

Ex Libris

No. 2056

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S.

Revue générale
des Sciences

pures et appliquées

TOME DOUZIÈME

Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

PARAISANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME DOUZIÈME

1901

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

Librairie Armand Colin

5, rue de Mézières, Paris

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

La séance annuelle de l'Académie des Sciences de Paris — Le lundi 17 décembre dernier, l'Académie des Sciences a tenu sa séance publique annuelle. Après une magistrale allocution du Président, M. Maurice Lévy, sur les progrès de la Science au cours du XIX^e siècle, le Secrétaire perpétuel a proclamé les noms des lauréats des divers prix de l'Académie.

Le sujet du concours pour le *Grand Prix des Sciences mathématiques* était le suivant : Perfectionner en quelque point important la recherche du nombre des classes de formes quadratiques à coefficients entiers et de deux indéterminées. L'auteur du Mémoire couronné est M. MATHIAS LERCH, professeur à l'Université de Fribourg.

Le *Prix Francœur* a été attribué à M. ED. MAILLET.

Le *Prix Poncelet* a été décerné à M. L. LECORNU pour l'ensemble de ses travaux sur la Mécanique.

Le *Prix extraordinaire de six mille francs* a été partagé comme suit : trois mille francs à M. MAXIME LAUBEUF pour ses études qui ont fait faire un grand pas à la navigation sous-marine ; mille francs à M. le Capitaine CHARBONNIER pour son « *Traité de Balistique intérieure théorique* » ; mille francs à M. AUBUSSON DE CAVARLAY pour son « *Cours d'Electricité* » professé à l'École d'Application du Génie maritime ; mille francs à M. A. GRASSER pour son ouvrage : « *La Défense des côtes* ».

Le *Prix Montyon* (Mécanique) a été décerné à M. le colonel LEROSEY pour ses nombreux travaux concernant l'arme du Génie.

Le *Prix Plumey* a été attribué à M. MOISSENET pour les services que ses appareils rendent à la navigation.

Le *Prix Lalande* a été décerné à M. GIACOBINI pour ses observations sur les comètes.

Le *Prix Damoiseau* a été attribué à M. J. VON HEPERGER, professeur à l'Université de Graz, pour son vaste travail sur la comète de Biéla.

Le *Prix Valz* a été décerné à l'abbé VERSCHAFFEL, directeur de l'Observatoire d'Abbadia, pour ses études méridiennes.

Le *Prix Janssen* a été attribué à M. BARNARD, astronome à l'Observatoire Lick.

Le *Prix Montyon* (Statistique) a été décerné à M. P. DU MAROUSSEM. Des mentions honorables ont été accordées à M. BARRAS et à M. PAILHAS.

Le *Prix Jecker* a été décerné à M. A. BÉHAL, pour l'ensemble de ses travaux de Chimie.

Le *Prix Desmazières* a été attribué à M. H. BRUCHMANN pour son travail sur les prothalles et les plantules de plusieurs Lycopodes européens. M. G. ISTVANI a obtenu une mention très honorable.

Les *Prix Montagne* ont été partagés comme suit : mille francs à M. G. DELACROIX pour ses recherches de Pathologie végétale, et cinq cents francs à M. A. BOISTEL pour sa « *Flore française des Lichens* ».

Le *Prix Thore* a été décerné à M. SEURAT pour ses recherches sur les larves parasites entomophages des Hyménoptères.

Le *Prix da Gama Machado* a été partagé entre : M^{me} la comtesse DE LINDEN pour ses recherches sur la coloration de l'aile des Insectes, M. PAUL CARNOT pour ses études sur le mécanisme de la pigmentation, M. MICHEL SIEDLECKI pour ses observations sur la fécondation chez les Sporozoaires, et M. L. BORDAS pour ses recherches sur les organes reproducteurs mâles des Coléoptères.

Le *Prix Montyon* (Médecine et Chirurgie) a été partagé entre : MM. HALLOPEAU et LEREDDE pour leur « *Traité de Dermatologie* », M. GUILLEMINOT pour ses applications médicales des rayons X, et M. JULES SOURY pour son ouvrage sur « *Le Système nerveux central* ». Des mentions sont attribuées à MM. NOBÉCOURT, SABRAZÈS et PAUL GALLOIS.

Le *Prix Barbier* a été décerné à M. MARAGE pour sa théorie de la formation des voyelles, et à M. GUINARD pour son étude pharmacodynamique de la morphine et de l'apomorphine.

Le *Prix Bréant* a été partagé entre MM. ACLAIR et REMLINGER.

Le *Prix Godard* a été décerné à M. LÉON BERNARD.

Le *Prix Parkin* a été attribué à M. H. COUPIN.

Le *Prix Bellion* a été partagé entre MM. les D^{rs} BRAULT, S. GACHE, KNOPF et LÉON JACQUET.

Le *Prix Dusgate* a été décerné à M. le D^r ICARD pour son ouvrage : « *La Mort réelle et la Mort apparente* ».

Le *Prix Lallemand* a été partagé entre MM. MAURICE DE FLEURY et DE NABIAS.

Le *Prix du baron Larrey* a été décerné à MM. NIMIER et LAVAL; une mention honorable à M. FINCK.

Le *Prix Montyon* (Physiologie) a été partagé entre M. PACHON (études sur le mécanisme cardiaque et vasculaire) et Mlle JOTEVRO (fatigue du muscle).

Le *Prix Pourat* est attribué à MM. BERGONIÉ et SIGALAS.

Le *Prix Martin-Damourette* a été décerné à M. ED. LONG.

Le *Prix Philippeaux* a été partagé entre M. DELEZENNE pour ses travaux sur les substances anticoagulantes et M. NICLOUX pour ses recherches sur l'élimination de l'alcool dans l'organisme.

Le sujet de concours pour le *Prix Gay* était: « Appliquer à une région de la France ou à une portion de la chaîne alpine l'analyse des circonstances géologiques qui ont déterminé les conditions actuelles du relief et de l'hydrographie ». Le prix a été attribué à M. MAURICE LUCEON, professeur à l'Université de Lausanne.

Le *Prix Montyon* (Arts insalubres) a été partagé entre M. A. TRILLAT (désinfection par la formaldéhyde) et MM. SÈVÈNE et CAHEN (emploi du sesquisulfure de phosphore dans la fabrication des allumettes).

Le *Prix Cuvier* a été décerné à M. A. FRITSCH, professeur à l'Université de Prague.

Le *Prix Wilde* a été attribué à M. M. DELÉPINE.

Le *Prix Vaillant* a été partagé entre M. HENRI GAUTIER (fusibilité des alliages, poids atomique du bore) et M. F. OSMOND (métallographie microscopique).

Le *Prix Trémont* a été décerné à M. CH. FRÉMONT.

Le *Prix Gegner* a été attribué à M^{me} CURIE pour les admirables travaux que connaissent nos lecteurs.

Le *Prix Delalande-Guérineau* a été partagé entre MM. les capitaines MACRAIN et LACOMBE.

Le *Prix Gérôme Ponti* a été décerné à MM. P. GIROD et E. MASSÉNAT.

Le *Prix Tchibatchef* a été attribué à M. DE LOCZY, professeur à l'Université de Budapest.

Le *Prix Houlléville* a été décerné à M. WALLERANT.

Le *Prix Boileau*, destiné à encourager les travaux sur l'hydraulique, a été partagé entre MM. SAUTREUX, JULES DELENER et NAU.

Le *Prix Cahours* a été divisé en trois parties: deux parts égales ont été attribuées à MM. MOUNEYRAT et METZNER et une subvention a été accordée à M. DEFACQZ.

Le *Prix Saintour* est décerné à M. DEBRUAUX.

Le *Prix de Laplace* est attribué à M. MACAUX.

La *Revue* est heureuse de voir figurer parmi les lauréats plusieurs de ses collaborateurs; elle s'empresse de leur adresser, à cette occasion, ses bien vives félicitations.

La séance s'est terminée par la lecture d'une Notice de M. Berthelot sur la vie et les travaux de M. F.-Ch. Naudin.

§ 2. — Physique

Nouvelle détermination de la vitesse de la lumière à l'Observatoire de Nice. — Avant d'entrer dans le détail des expériences que M. Perrotin a entreprises depuis plus d'un an, à l'Observatoire de Nice, dans le but de déterminer la vitesse de la lumière avec plus de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'à ce jour, nous rappellerons brièvement les quelques résultats auxquels sont parvenus les physiciens qui se sont occupés de la question, sans nous étendre sur les méthodes employées à cet effet. La méthode du miroir tournant, inventée par Foucault, fut employée par lui dès 1862: on trouva, par cette méthode, le nombre 298.000 kilomètres pour la vitesse de la lumière, avec une erreur estimée inférieure à 500 kilomètres. Michelson, en 1879, obtint par cette méthode 299.910 kilomètres à $\frac{1}{10.000}$ près; puis, plus tard, en 1882, par une détermination, en un autre point, il trouva 299.833 kilomètres: ainsi qu'on le voit, ces deux valeurs concordent

assez bien. Newcomb, en 1885, obtenait, au moyen de la méthode de Foucault, et après une discussion très minutieuse, le nombre 299.860 kilomètres, avec une erreur possible de ± 30 kilomètres.

L'expérience de Fizeau, entre Montmartre et Suresnes, uniquement effectuée pour faire une vérification de la méthode de la roue dentée, donna en 1849 une vitesse de 315.000 kilomètres par seconde pour la propagation de la lumière. La méthode Fizeau comporte une technique fort délicate, et la lenteur dans les variations d'intensité de l'image de retour constitue une difficulté qui restera presque insurmontable pour les approximations successives. En 1872, entre le Mont Valérien et l'École Polytechnique, M. Cornu trouva pour la vitesse de la lumière 298.500 kilomètres, avec une approximation de $\frac{1}{300}$ environ; plus tard, entre l'Observatoire de

Paris et la tour de Montlhéry, M. Cornu, utilisant les éclipses du 3^e au 21^e ordre, arriva à la valeur de 300.400 kilomètres, avec une erreur relative de 300 kilomètres: ainsi qu'il est facile de le voir, les nombres successifs de M. Cornu sont forts discordants. En 1882, Young et Forbes appliquent la même méthode d'une façon très ingénieuse, sinon à l'abri de toute critique, et obtiennent 301.382 kilomètres, avec des résultats singuliers, et encore incomplètement expliqués, sur les lumières de couleurs différentes.

C'est encore la méthode de la roue dentée de Fizeau, mais avec les perfectionnements qu'y avait apportés M. Cornu, qui a servi à M. Perrotin pour ses expériences. Dans les nouvelles mesures faites depuis un an à l'Observatoire de Nice, la lunette d'émission, de six pouces d'ouverture, avec la roue dentée et le chronographe enregistreur, étaient établis dans l'angle sud-ouest du grand équatorial de Nice, tandis que le collimateur à miroir argenté, de trois pouces, était installé dans le village de La Gande, sur la rive droite du Var, à un peu moins de 12 kilomètres de l'Observatoire. La source lumineuse était le filament d'une lampe électrique de seize bougies sous 102 volts.

La distance a été déterminée avec un soin tout particulier par un astronome de l'Observatoire de Nice, M. Simonin, au moyen de deux triangulations indépendantes, qui l'ont conduit, l'une au nombre 11.862^m,27 et l'autre au nombre 11.862^m,17: on a adopté la moyenne de ces valeurs: 11.862^m,22.

C'est avec ce nombre que les observations faites par MM. Perrotin et Prim ont été réduites. Ces observations, effectuées avec la roue légère de cent cinquante dents, sont, pour chaque ordre, la moyenne:

$$\frac{1}{2} V + v.$$

V représentant la moyenne des valeurs obtenues en vitesse croissante et v en vitesse décroissante.

On est arrivé, pour la vitesse de la lumière, au nombre 299.900 $\pm 0,08$; cette valeur, qui résulte de 1.500 mesures environ, n'a pas exigé moins d'une année de travail.

Le nombre 299.900 kilomètres, auquel M. Perrotin est parvenu, est donc du plus haut intérêt, car il ne diffère plus essentiellement des nombres obtenus jusqu'à ce jour. Il est très voisin de celui auquel M. Michelson a été conduit dans ces dernières années, par la méthode du miroir tournant de Foucault, mais s'éloigne davantage de celui de M. Cornu, tout en restant, à bien peu de chose près, dans les limites que tolèrent les erreurs moyennes des mesures.

En résumé, cette nouvelle détermination est tout à la louange du talent expérimental de M. Perrotin qui, par une tout autre méthode, se rencontre avec un physicien aussi habile et ingénieux que M. Michelson.

Le véritable avenir, pour la détermination de la vitesse de la lumière, nombre si important dans les théories scientifiques modernes, appartient incontestablement aux méthodes astronomiques.

Il est à regretter que l'on ne s'efforce pas de créer, dans ce but, une coopération universelle; malheureusement, si les coopérations sont utiles et fructueuses, elles diminuent en apparence l'influence de chaque observateur. Le travail en commun paraît moins profitable: la Science trouve sa limite dans l'égoïsme et les ambitions personnelles.

§ 3. — Chimie

La grandeur moléculaire et la densité de la vapeur du soufre. — La question de la grandeur moléculaire du soufre aux diverses températures est l'une de celles qui ont provoqué le plus de travaux de la part des physiciens et des chimistes.

Tandis que l'on est d'accord pour considérer la vapeur du soufre à haute température (de 900° à 1.700°)

TABLEAU I. — Relations entre la pression et la densité de la vapeur du soufre à diverses températures.

PRESSION CM mm. de Hg	DENSITÉS DE VAPEUR · O ² = 1				
	t = 310°	t = 262°	t = 230°	t = 211°	t = 192°
1	5,75	6,38	6,55	7,09	7,50
1,5	5,80	6,65	6,85	7,35	7,68
2	6,00	6,85	7,10	7,52	7,74
2,5	6,15	6,94	7,23	7,61	7,76
3	6,27	7,01	7,32	7,66	7,77
3,5	6,33	7,07	7,40	7,68	7,78
4	6,40	7,12	7,46	7,70	7,79
4,5	6,46	7,16	7,50	7,71	7,80
5	6,50	7,20	7,53	7,72	"
6	6,57	7,25	7,58	7,74	"
7	6,64	7,30	7,60	7,75	"
8	6,71	7,33	7,62	"	"
9	6,75	7,36	7,63	"	"
10	6,79	7,39	7,63	"	"
12	6,87	7,43	7,64	"	"
15	6,97	7,45	7,65	"	"
20	7,10	7,48	"	"	"
25	7,20	7,51	"	"	"
30	7,26	"	"	"	"
35	7,30	"	"	"	"
40	7,33	"	"	"	"
50	7,37	"	"	"	"
60	7,40	"	"	"	"
70	7,42	"	"	"	"

comme composée de molécules à deux atomes, on ne s'entend plus en ce qui concerne la grandeur moléculaire du soufre vers 500° et au-dessous. La densité de vapeur augmente graduellement à mesure que la température s'abaisse et l'existence de molécules à 5, 6 et 8 (peut-être 9) atomes a été successivement soutenue et combattue. Aujourd'hui, on peut admettre comme démontrée (grâce surtout aux belles recherches cryoscopiques de Beckmann) la présence de molécules à huit atomes dans le soufre dissous, mais l'incertitude règne encore pour le soufre à l'état gazeux, dont la molécule paraît se dissocier progressivement.

Deux chimistes autrichiens, MM. Otto Bleier et Léopold Kohn, viennent de donner une solution, qui paraît définitive, à cette question, à la suite d'une longue série de recherches qu'ils ont communiquées à l'Académie des Sciences de Vienne¹. L'étude attentive de toutes les recherches faites antérieurement sur le sujet, ainsi que quelques expériences préliminaires les avaient amenés à la conviction (partagée par Ostwald), que la détermination des isothermes de dissociation du soufre aux températures les plus basses possible donnerait seule une réponse à la question. Comme la détermination des densités de vapeur est la seule méthode qui permette de

travailler commodément et exactement aux basses pressions et par conséquent au-dessous du point d'ébullition, les auteurs l'ont employée à suivre quantitativement les phénomènes de dissociation. Ces expériences ont été très délicates et compliquées; après avoir écarté, autant que possible, les causes multiples d'erreur, MM. Bleier et Kohn sont arrivés aux résultats que donne le tableau I.

L'examen de ce tableau montre clairement que, pour cinq températures différentes, les isothermes de dissociation du soufre s'approchent asymptotiquement de la même valeur, qui est égale à 8. Cette valeur correspond à la plus grande molécule qui se trouve dans le mélange dont se compose la vapeur de soufre. Il est donc prouvé que la molécule de soufre non dissocié contient huit atomes.

Ces résultats sont en contradiction avec ceux de Billz, qui ont servi de base à l'hypothèse de Riecke. D'après cette dernière, la densité de vapeur du soufre conserverait constamment la valeur 6 dans un certain intervalle de pressions. Or, parmi les expériences de MM. Bleier et Kohn, celles qui ont été faites à 310° ne montrent aucun arrêt correspondant de l'isotherme de dissociation; la courbe semble continuer directement dans la direction de la valeur 5 sans être modifiée au voisinage de la valeur 6. De nouvelles expériences, faites à une température légèrement supérieure, permettront d'élucider complètement ce point, mais elles ne modifieront pas le résultat essentiel de ce travail, à savoir que la grandeur moléculaire du soufre est égale à 8.

§ 4. — Métallurgie

L'Aluminothermie. — Le 28 décembre, a eu lieu, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, une conférence fort intéressante de M. Guillet, au cours de laquelle l'auteur a expliqué les principes du procédé Goldschmidt relatif à l'aluminothermie et les applications de ce procédé aux industries métallurgiques et de transport. Nous avons déjà plusieurs fois entretenu nos lecteurs de cette importante question; si nous y revenons aujourd'hui, c'est pour bien marquer le gros intérêt qui s'y attache et qu'a rendu encore plus manifeste l'exposé de M. Guillet.

Après avoir montré la très grande quantité de corps dont les oxydes peuvent être réduits et déplacés par l'aluminium, en raison de la place élevée que ce dernier corps occupe dans l'échelle des chaleurs développées par la combustion des différents métaux avec un atome d'oxygène, M. Guillet s'est arrêté longuement sur les précautions qu'il y a à prendre dans les différentes phases des opérations d'aluminothermie :

1°. Préparation du mélange d'aluminium et d'oxyde. — Ces deux corps doivent être réduits en une poudre de grosseur identique et bien déterminée; ils doivent surtout être bien débarrassés de leur humidité.

2°. Préparation du creuset où se fera la réaction. — Deux corps réfractaires seuls peuvent être utilisés: l'alumine ou la magnésie; c'est à cette dernière qu'on s'arrête. Il y a lieu, dans ce cas, de bien choisir la qualité de la magnésie. La magnésie calcinée à basse température éprouve un trop grand retrait; la magnésie calcinée à haute température ne tient pas. L'agglomérant qui reliera la pâte peut d'ailleurs avoir de graves inconvénients. Le meilleur procédé consiste à prendre un mélange convenable des deux qualités de magnésie dont il vient d'être question, et à s'abstenir de tout agglomérant, en donnant à la pâte la consistance nécessaire au moyen d'une pression énergique.

3°. Préparation de la poudre d'amorçage. — On prend généralement un mélange d'aluminium et d'un oxyde très inflammable, comme le peroxyde de baryum.

4°. Exécution de la réaction. — On commence par mettre, dans le creuset, une petite quantité du mélange thermique, soit, par exemple, s'il s'agit de préparer du chrome pur, un mélange de sesquioxyde de

¹ Monatshefte für Chemie, vol. XXI, n° 7, 1900.

chrome et d'aluminium; on répand avec précaution, à la surface de ce mélange, la poudre très inflammable dont nous avons dit la composition, puis on jette une allumette. La réaction s'amorce aussitôt; et, quand le mélange proprement dit entre en ébullition et projette des étincelles, on achève de verser le restant par petites doses; le culot de métal se réunit dans le fond du creuset, et la scorie consistant en alumine ou corindon surnage.

Il est à remarquer que, dans la réaction conduite de cette façon, aucune parcelle de carbone ne peut être insérée dans le métal préparé, qui, par suite, jouit de propriétés tout à fait spéciales; on peut ainsi obtenir des aciers très chromés et cependant pas trop durs.

La préparation du manganèse, du tungstène et de beaucoup d'autres métaux à l'état pur, qui sont de plus en plus employés en métallurgie, se fera avec les mêmes facilités.

L'autre application de l'aluminothermie se rapporte à l'obtention des hautes températures partout où ces dernières entrent en jeu pour déterminer les réactions et, par exemple, lorsqu'il s'agit de faire une soudure autogène entre deux pièces d'acier. Pour cela, on emploie un mélange type d'aluminium et de peroxyde de fer dit *thermite*, ce mélange devant correspondre par ses proportions à une chaleur de combustion que requiert la température déterminée que l'on veut atteindre.

On place bout à bout les pièces à souder et on entoure toute la partie qui doit former joint d'un petit barrage en terre réfractaire; on prépare d'un autre côté la fusion du mélange thermique dans un creuset, et l'on en verse le contenu à l'intérieur du barrage. Puis on attend environ dix minutes avant de procéder au démoulage.

Il est à remarquer que les premières parties de liquide qui s'écoulent de la surface du bain dans le creuset sont constituées par de l'alumine. Ce corps forme, au contact du métal, une faible couche bientôt solidifiée, sur laquelle la *thermite* peut passer et séjourner jusqu'à refroidissement complet, sans qu'il y ait à craindre pour cela qu'elle fasse corps avec les deux morceaux qu'on cherche à souder ou vienne en détériorer la forme.

L'intérêt de la séance a été fortement accru par l'exécution, en présence des nombreux auditeurs, de plusieurs expériences de soudage qui ont parfaitement réussi. Deux tubes de chaudière et deux rails de tramway (type Broca) ont été très bien soudés bout à bout. Néanmoins, nous restons persuadé que le véritable champ d'action de l'aluminothermie est la préparation des métaux rares à l'état pur, fabrication qui peut supporter un prix de revient relativement élevé en raison de la valeur des produits obtenus.

§ 5. — Biologie

Introduction de la Mante religieuse aux Etats-Unis. — On sait qu'un certain nombre d'espèces ont été, dans le courant de ce siècle, transportées accidentellement d'Amérique en Europe ou *vice versa*; elles se sont naturalisées dans leur nouvelle patrie, grâce à la ressemblance du climat américain et de celui de l'Europe centrale. L'Amérique nous a donné le tropicameux *Phylloxera* et le *Doryphora* de la Pomme de terre; mais, pour ne pas être en reste, nous lui avons rendu la Mouche de Hesse (*Cecidomya destructor*), la Piéride du Chou, le *Diplosis Tritici*, l'*Oenieria dispar*, etc., qui causent aux Etats-Unis des dommages considérables. M. Slingerland vient de signaler l'introduction récente d'un Insecte de grande taille, bien connu en France, la *Mantis religiosa*. Cet Orthoptère a été découvert en 1899 dans une petite zone autour de Rochester (N.-Y.), renfermant les trois villes de Char-

lotte, Summerville et Irondequoit, et il y est, paraît-il, devenu très commun; il s'avance beaucoup plus au nord que les Mantes américaines (*Stagmomantis carolina* et *dimidiata*), que l'on rencontre 320 à 480 kilomètres plus au sud.

La Mante religieuse est bien acclimatée, car on a trouvé couramment ses oothèques, si caractéristiques, attachées aux herbes ou aux troncs d'arbres. En Europe, cette espèce pond ses œufs en septembre, et ceux-ci éclosent en juin de l'année suivante. Les observations de M. Slingerland montrent qu'il en est de même dans l'Etat de New-York, jusqu'à présent du moins.

Il est très probable que ce sont des oothèques qui ont été introduites par quelque pépiniériste importateur; Rochester est justement un grand centre de pépinières, où l'on importe quantité de jeunes arbres d'Europe. M. Slingerland se félicite de l'introduction de cet Insecte carnassier, et espère qu'il se multipliera aux Etats-Unis aux dépens des Insectes herbivores nuisibles aux plantes cultivées.

Sur l'enseignement de l'Embryologie à l'Université de Nancy. — Dans deux articles parus, l'un dans le numéro du 15 septembre 1900 de la *Revue générale des Sciences*, l'autre, plus récent, dans le *Journal de l'Anatomie* (numéro 6, novembre-décembre), M. le Dr G. Loisel insiste sur la nécessité de la création d'un enseignement de l'Embryologie dans les Universités françaises et fournit quelques documents sur la manière dont cet enseignement est organisé à l'Etranger. J'ai lu avec beaucoup d'intérêt ces articles, mais je regrette que M. Loisel, qui a poursuivi son enquête jusque dans l'Uruguay, ne se soit qu'imparfaitement renseigné en ce qui concerne certaine partie de notre propre pays. J'espère qu'il ne m'en voudra pas d'indiquer brièvement qu'on peut trouver, même en France, un enseignement d'Embryologie « véritablement organisé ».

L'Embryologie est, depuis au moins dix ans, enseignée régulièrement et spécialement dans la Faculté de Médecine à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir.

Il y a quatre ans que je fais moi-même ce cours, d'ailleurs bénévolement. J'y consacre pendant le semestre d'hiver environ vingt leçons. Chacune d'elles est suivie de la démonstration d'un certain nombre de préparations correspondant au sujet qui vient d'être traité. Le programme comprend l'Embryogénie, soit : Produits sexuels, maturation, fécondation, segmentation, formation des feuillettes primaires, ébauche des principaux organes, annexes fœtales, le tout étudié autant que possible chez les Vertébrés et particulièrement chez l'Homme. Ces cours sont suivis par les étudiants en Médecine de première année; mais il est clair qu'ils sont ouverts à tous les autres.

Les élèves sont interrogés sur les matières du cours, successivement à l'examen semestriel qu'ils subissent après leur deuxième inscription et à l'examen oral de doctorat, c'est-à-dire au milieu de la deuxième année. Cette double sanction n'a jamais fait l'objet d'un règlement solennel; néanmoins, elle est acceptée par tous sans avoir à aucun moment donné lieu à la moindre récrimination. Nos étudiants ont vite compris l'importance de l'Embryologie et les avantages qu'ils en retirent. Ils la considèrent comme le préliminaire obligatoire de l'Anatomie et de l'Histologie.

Indépendamment de ces conférences spéciales, j'ai l'habitude, ainsi que cela se fait presque partout, d'étudier dans le cours d'Anatomie le développement des systèmes ou organes qui figurent au programme, et, comme les agrégés chargés des conférences complémentaires d'Anatomie en font autant, il s'ensuit que l'organogénèse est enseignée entièrement, ou peu s'en faut, dans le courant de la scolarité anatomique.

Il ne manque, en définitive, à cet enseignement qu'une chose : des travaux pratiques. Jusqu'à présent je n'ai pas pu en faire, d'abord faute des fonds nécessaires, et ensuite parce que le temps des élèves de

¹ The common european praying Mantis, a new beneficial Insect in America, *Bulletin Cornell Univ. Agric. Exp. Station*, 185, Ithaca, Novembre 1900.

première année est presque entièrement accaparé en hiver par d'autres exercices. Je me demande, d'ailleurs, s'il serait possible et réellement fructueux d'essayer de leur apprendre à tous à réaliser les préparations longues et minutieuses, d'une étude souvent difficile, qu'exige ordinairement l'Embryologie. Je crois que des démonstrations de préparations de choix sont préférables, et, si quelques élèves d'élite veulent sérieusement s'adonner à ce genre de recherches, il y a toujours de la place pour eux au laboratoire.

Je me dispenserai de discuter l'avantage qu'il y aurait à rattacher cet enseignement aux Facultés des Sciences plutôt qu'aux Facultés de Médecine. S'il ne s'agit pas seulement de créer dans celles-là de nouveaux débouchés et d'improviser de nouvelles chaires, on peut trouver dans les Facultés de Médecine un personnel tout préparé à cette besogne, des professeurs, titulaires ou agrégés, qui, pour n'être pas zoologistes, ne sont cependant, pour ainsi dire, pas médecins et se contentent d'être anatomistes. Les besoins des étudiants en Médecine ne sont, d'ailleurs, pas les mêmes que ceux des étudiants en Sciences naturelles.

A. Nicolas,
Professeur d'Anatomie
à l'Université de Nancy.

§ 6. — Hygiène publique

Les Sanatoria d'arrondissement : Le futur Sanatorium de Versailles. — En annonçant, il y a quelques mois, aux lecteurs de la *Revue*¹, le mouvement qui se dessinait à Versailles en faveur de la création d'un sanatorium populaire pour tuberculeux adultes, nous insistions sur l'importance considérable de cette manifestation pour l'avenir de la lutte contre la tuberculose en France.

Nos prévisions se trouvent justifiées dans des conditions sur lesquelles nous croyons utile d'appeler tout particulièrement l'attention de nos lecteurs par un court historique de la question et par l'exposé de son état actuel.

Lors des dernières élections municipales, un certain nombre d'ouvriers de Versailles prirent, à la suite d'une Conférence (de notre collaborateur le Dr Romme, l'initiative de porter la question sur le terrain électoral, pour lui donner droit de vie et de cité, et pour consacrer dès l'origine son caractère intercommunal.

C'est alors que M. le Dr Fleury, de Versailles, se rendit en Allemagne pour étudier les sanatoria qui y ont été créés. A son retour, un Comité d'initiative fut formé et, dans une Conférence donnée le 25 novembre, M. le Dr Fleury exposa l'état d'infériorité où la France, qui perd 150.000 tuberculeux par an, se trouve à l'égard de l'Allemagne qui, avec dix millions d'habitants de plus que notre pays, a 76 sanatoria pour tuberculeux adultes, ouverts, contre 2 dans notre pays. Et sa conclusion fut que, si la France a un devoir national et social à remplir dans la lutte contre la tuberculose, ce devoir lui deviendrait facile par le groupement régional des Municipalités.

Huit jours après, le corps médical de Versailles prenait l'importante décision que voici :

« Le corps médical de Versailles, considérant comme un devoir professionnel d'affirmer la nécessité de la création d'un sanatorium populaire pour les tuberculeux adultes, a décidé, d'accord avec le Comité d'initiative, d'appuyer cette création de son autorité.

« A cet effet, les médecins de Versailles, réunis le 3 décembre 1900, ont décidé de faire directement et individuellement un appel à la générosité privée.

« Dans ce but, ils s'adressent à leurs concitoyens en les priant de leur faire connaître le montant des souscriptions qu'ils seraient disposés à verser ultérieurement, après constitution, dans une forme définitive, du groupement des Municipalités intéressées. »

Si les médecins de Versailles ont pensé faire seulement œuvre de dévouement et d'humanité, la *Revue générale des Sciences* est heureuse, en leur adressant l'hommage de sa profonde sympathie pour le grand exemple qu'ils donnent, d'affirmer que leur décision est d'une portée bien plus haute : Lorsque, à la suite de leurs confrères de Seine-et-Oise, les médecins de France auront compris qu'ils ont, tous et partout, le *devoir* et le *pouvoir* d'intervenir avec une *autorité* prépondérante et souveraine dans les questions d'hygiène publique, la routine administrative laissera la place à la Science seule dans la défense de la santé publique. — Il était donc tout particulièrement opportun que, dans un cas d'ordre général comme celui de la lutte contre la tuberculose, le *corps médical* lit *acte d'autorité*. Les médecins de Versailles ont donné d'abord un exemple d'ordre général excellent ; ils ont, en outre, tracé la voie la plus vraie, la plus pratique et la plus sûre, pour la lutte nationale contre la tuberculose. Et leur initiative, qu'attend un rapide succès, sera, nous l'espérons, rapidement imitée.

En même temps qu'il adressait son appel à la générosité privée, le corps médical de Versailles s'est adressé à tous les médecins de l'arrondissement pour leur demander de se joindre à lui.

D'autre part, les Municipalités de l'arrondissement, pressenties officieusement, ont déjà manifesté en grand nombre leurs sympathies pour le projet du « *Groupement des Municipalités intéressées* », en vue duquel le corps médical s'adresse aux habitants de l'arrondissement de Versailles. Des hommes d'initiative et de haute intelligence se sont mis à la tête du mouvement, et tout permet de croire que, dans une réunion générale des maires de l'arrondissement, qui doit se tenir prochainement, il sera pris des résolutions définitives, assurant la création rapide du sanatorium par un syndicat intercommunal constitué sous le régime de la loi de 1890-1893.

S'il en est ainsi, l'arrondissement de Versailles aura fourni la meilleure solution que permette notre régime administratif et social pour la lutte contre la tuberculose.

Si, en effet, on l'examine telle qu'elle se présente dans ce cas initial, au point de vue de l'arrondissement de Versailles, on est tout de suite frappé de la facilité de l'effort total. En supposant que les Municipalités, — qui peuvent, aux termes de la loi de 1890-1893, recourir pour cette espèce aux centimes additionnels, — puissent songer à créer le sanatorium à leurs seuls frais, elles n'auraient, pour la totalité de l'arrondissement, à fournir qu'une somme de 2 francs par tête d'habitant, répartie sur 2 ou 3 exercices. Mais la générosité privée devant intervenir dans une large mesure, et les subventions du Pari mutuel étant presque certaines en pareille matière, les Municipalités n'auront, en réalité, à fournir qu'une quote-part totale, égale au plus à 1 franc par tête d'habitant. Il n'est pas une commune, si pauvre et si petite qu'elle soit, dont le budget ne permette, dans un tel cas, exceptionnel et unique, une contribution totale et maxima de 1 franc par habitant, soit de 0 fr. 50 par an pour deux ans, ou même de 0 fr. 33 pour trois ans.

Par la double intervention du corps médical, puis des Municipalités syndiquées, le mécanisme de la création du sanatorium qui, pour 100 lits, comporte une dépense d'environ 600.000 francs, se trouve ainsi presque automatique.

L'entretien, qui demande un effort moindre, mais continu, représenté par une dépense globale de 4 francs par lit et par jour, se trouve en même temps considérablement simplifié.

Dans le cas d'un sanatorium comme celui de l'arrondissement de Versailles, il est à prévoir qu'un quart au moins des lits seront réservés à des malades payants. L'entretien à assurer ne porterait que sur 75 lits. Or, la ville de Versailles, qui perd à elle seule 200 tuberculeux par an, a 20 ou 25 lits occupés en permanence à son

¹ Voyez la *Revue* du 15 mai 1900, page 625.

hôpital — en plein centre de la cité! — par les victimes du fléau. En supposant qu'elle en dirige la moitié seulement sur le sanatorium, elle y occupera 40 lits, presque sans augmentation de dépenses, en faisant seulement un déplacement de chapitres budgétaires. Qu'on admette la même proportion pour les autres hôpitaux de l'arrondissement, on voit que 40 à 50 lits se trouveront occupés, sans surcroît de frais pour l'arrondissement. — En fait, la dépense supplémentaire, comme frais d'assistance publique globaux, ne portera que sur 25 à 30 lits, c'est-à-dire ne dépassera pas 40 à 45.000 francs pour l'arrondissement entier, somme dont la répartition sur l'ensemble des communes appelées à intervenir est tellement insignifiante qu'en faisant même abstraction des demandes certaines des arrondissements voisins, la difficulté sera surtout de satisfaire aux demandes locales.

Si la question de l'entretien, dans le cas du sanatorium intercommunal, devient ainsi d'une remarquable simplicité financière par la substitution partielle du sanatorium municipal à l'hôpital municipal, une autre question, beaucoup plus délicate, se trouve en même temps presque résolue : celle des secours de maladie à la famille.

Nous n'avons pas et nous n'aurons sans doute pas de longtemps de loi d'assurances contre l'invalidité du travail, comme en Allemagne. Mais nous avons plus et mieux avec l'admirable et puissante organisation de nos Sociétés de secours mutuels. — Que se passe-t-il actuellement pour le mutualiste tuberculeux? Pendant toute la durée de sa longue agonie, la Société dont il fait partie lui sert des allocations dont le montant devient si élevé que certaines Sociétés vont jusqu'à exclure la tuberculose de leurs prévisions statutaires. On avait songé à envisager les mutualités comme pouvant jouer en France, dans la création et l'entretien des sanatoria, le rôle des Sociétés d'assurances allemandes; mais il faut bien s'en garder en présence de la solution intermunicipale — qui, par les liens multiples, étroits, existant partout entre les Mutualités et les Municipalités, conduit, directement et normalement, à beaucoup mieux : à l'affirmation statutaire, dans la constitution du syndicat intercommunal, d'un privilège en faveur du mutualiste appelé à faire bénéficier sa famille, pendant son traitement, d'un secours de maladie. Que cette disposition résulte, à défaut de clauses préalables dans les statuts des Sociétés existantes, de l'adoption par leurs sociétaires d'une nouvelle clause, ou de la création de sociétés spéciales, peu importe.

La situation en présence de laquelle se trouveront les Sociétés de secours mutuels deviendra alors tellement avantageuse, matériellement et socialement, qu'elle ne peut pas ne pas être appréciée par toutes; actuellement, elles dépensent pour le sociétaire tuberculeux 800, 1.000, 1.500 francs, et même davantage, suivant les statuts, pendant la durée de l'évolution totale de sa maladie. Elles n'auront plus qu'à dépenser 200 francs en secours de maladie, à la famille, pour les sociétaires tuberculeux en traitement de 100 jours, 300 francs au plus pour un traitement de 150 jours. Sur 100 tuberculeux de première période, pour lesquels, actuellement, leur dépense totale est en moyenne de 100.000 francs, pendant la durée complète de l'évolution, 3 ans environ, elles ne dépenseront plus que 44.000 francs, en ne perdant que 20 sociétaires, au lieu de 80 ou 90 au moins, si l'on accepte le résultat moyen de 20 guérisons et 60 ajournements. Non seulement elles réaliseront ainsi un gain matériel de plus de 50 p. 100, mais, en s'engageant, elles assureront à leurs sociétaires un privilège de priorité de traitement, dont aucun ne méconnaîtra l'importance.

Il faut donc que Versailles complète son œuvre, et que le sanatorium de Seine-et-Oise, qui, par l'intervention du corps médical affirmant son autorité, par l'in-

tervention des Municipalités affirmant leur solidarité sociale, donne à la France entière un exemple salubre, devienne l'exemple décisif, par la solution pratique de la question subsidiaire, mais essentielle : celle des secours de droit à la famille du tuberculeux en traitement.

Quand, répondant à l'appel du corps médical, les maires de l'arrondissement se réuniront à Versailles, qu'ils sachent bien que, de tous côtés, partout où l'on sent, où l'on voit le danger poignant de la tuberculose, on attend avec confiance leur décision. On attend avec confiance la création par eux du sanatorium intercommunal, et par eux aussi la création de l'assurance de maladie pour la famille du travailleur tuberculeux, dans la seule forme compatible avec le génie de notre race : celle de l'intervention des Mutualités, réservant à leurs sociétaires un droit privilégié au traitement gratuit en sanatorium communal, mais rendant elles-mêmes le traitement possible et efficace par les secours à la famille.

Si Versailles, et les communes, grandes ou petites, qui se groupent dans cette œuvre féconde, l'accomplissent jusqu'au bout, les médecins qui sont si généreusement intervenus en corps constitué et les maires qui les ont si activement secondés, en se préparant à prendre eux-mêmes en mains l'action décisive, auront accompli une œuvre dont ils auront le droit d'être fiers.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Fondation du Prix du Commandant Lamy.

— La Société de Géographie et le Comité de l'Afrique française ont eu l'excellente pensée de consacrer le souvenir du Commandant Lamy par la fondation, au 1^{er} Tirailleurs algériens, d'un « Prix du Commandant Lamy », destiné à récompenser chaque année un ancien tirailleur distingué par ses bons services.

En faisant part à ses lecteurs de la souscription ouverte à cet effet à la Société de Géographie (184, boulevard Saint-Germain), et au Comité de l'Afrique Française (45, rue de la Ville-Évêque), la *Revue* sort de ses habitudes d'abstention en matière de souscriptions. Elle le fait volontiers, non seulement à cause de l'importance exceptionnelle des deux grandes œuvres auxquelles restera attaché le nom du Commandant Lamy : traversée du Sahara, de l'Algérie au Tchad — et destruction de l'empire de Rabah au Tchad — mais aussi parce qu'en prenant l'initiative de cette souscription, MM. Foureau et Ch. Dorian ont bien rendu l'hommage qui convenait à la mémoire d'un soldat dont les hautes traditions d'esprit militaire restèrent dans le souvenir de tous ceux qui l'ont connu. — Comme son second, le Commandant Reibell, qui, six semaines après son retour du Tchad, repartait pour le Touat à la tête de son bataillon, sans souci des fatigues de la dure campagne de deux ans poursuivie au Sahara et au Tchad, le Commandant Lamy était de ces hommes dévoués avant tout au « bien du service » qui sont l'honneur d'une armée. — C'est avec le dévouement absolu et supérieur au « bien du service » qu'on accomplit de grandes œuvres, comme cette marche héroïque de la mission Foureau-Lamy, qui, dans l'histoire des découvertes géographiques, constitue un fait sans précédent. — et le Commandant Lamy méritait que son dévouement eût la sanction la plus haute qu'il eût ambitionnée : celle de l'association de son nom à la consécration du dévouement des vieux tirailleurs de son régiment au *bien du service*.

Tout en conseillant à ses lecteurs d'envoyer de préférence leurs souscriptions à la Société de Géographie ou au Comité de l'Afrique française, la *Revue* se met à la disposition de ceux d'entre eux qui le désireraient pour transmettre leurs souscriptions à la Société de Géographie.

LES POISONS CELLULAIRES

(CYTOTOXINES)

Tandis que, dans l'ancienne Médecine, les médicaments d'origine animale jouaient un très grand rôle, la Pharmacologie perfectionnée du XIX^e siècle les avait plus ou moins complètement abolis. Au lieu d'administrer des humeurs ou des organes de toute sorte d'animaux, la Médecine prescrivait, pour guérir les maladies, les substances les plus diverses, bien définies au point de vue chimique, comme les alcaloïdes, les composés du carbone des séries grasses et aromatiques, les substances minérales, etc.

Au milieu de ce mouvement, qui portait le cachet d'une remarquable précision scientifique, il s'est produit tout d'un coup un revirement étrange vers la pharmacologie animale. Presque en même temps, MM. Richet et Héricourt d'un côté, et Brown-Séquard de l'autre, signalèrent l'importance de substances provenant d'organes (testicules ou du sang, dans la lutte contre les maladies. MM. Richet et Héricourt obtinrent des résultats satisfaisants, pour empêcher l'éclosion d'une maladie expérimentale, à l'aide du sang des animaux réfractaires. Un peu plus tard (1889), Brown-Séquard préconisa l'extrait testiculaire contre la faiblesse sénile.

A la suite de ces travaux, il se développa toute une direction nouvelle qui amena la création de la Sérothérapie et de l'Organothérapie (ou Opothérapie), comme deux puissants moyens dans la lutte de l'homme contre les maladies.

Nous n'avons pas besoin d'insister ici longuement sur les conquêtes brillantes obtenues par les deux nouvelles méthodes. Tout le monde, même les gens qui sont loin d'être « du métier », connaît la belle découverte des antitoxines, faite par Behring, et ses nombreuses applications. Le sérum antidiphthérique, qui a sauvé des milliers de malades et a préservé un grand nombre de personnes contre la contagion, est sorti victorieusement de toutes les épreuves et occupe aujourd'hui la première place dans la thérapeutique des maladies infectieuses. A côté de lui se rangent plusieurs autres sérums, dont l'importance est plus ou moins grande. En ce moment où la peste s'allume dans des foyers disséminés sur toutes les parties du globe, la principale arme scientifique consiste dans l'emploi du sérum antipesteux. Capable de guérir la peste humaine en pleine évolution, ce sérum est aussi efficace pour empêcher l'éclosion de la maladie chez les personnes exposées à la contracter.

Le sérum antitétanique, quoique peu actif dans

la guérison du tétanos déclaré, rend cependant de très grands services pour prémunir l'homme et le cheval contre cette maladie. Le sérum antivenimeux est le meilleur remède contre la morsure des serpents, et le sérum antistreptococcique se répand de plus en plus dans la lutte contre la fièvre puerpérale et plusieurs autres maladies, provoquées par le même microbe.

Mais, il faut bien l'avouer, la sérothérapie actuelle reste encore impuissante contre toute une série de maladies et des plus graves, par exemple la tuberculose. On a bien préparé une quantité de sérums antituberculeux, mais aucun d'eux n'est capable de remédier à ce mal terrible.

Il est très probable que, pour plusieurs maladies infectieuses, on trouvera des sérums appropriés; pour atteindre ce but, il faut encore vaincre beaucoup d'obstacles difficiles à surmonter.

Dans les infections où le rôle des microbes est tout à fait évident, c'est la sérothérapie qui occupe la première place. Au contraire, dans certaines maladies, dont l'étiologie est encore très obscure, l'organothérapie a donné des résultats d'une réelle valeur. Mais c'est tout spécialement pour ce qui concerne le myxœdème, cette maladie bizarre, occasionnée par l'atrophie de la glande thyroïde, que le succès par le traitement opothérapeutique est assuré. Dans le traitement, par l'extrait testiculaire, de l'affaiblissement de l'organisme dans des essais thérapeutiques contre les maladies des reins par le suc de cet organe et dans beaucoup d'autres exemples analogues, les tentatives, très nombreuses, n'ont abouti qu'à des résultats douteux.

Un champ très vaste est donc ouvert encore aux recherches qui auront pour but de porter remède à de nombreuses maladies dans lesquelles ni la sérothérapie, ni l'organothérapie n'ont pu résoudre le problème.

Parmi les tentatives nombreuses faites dans ce but, je désire attirer l'attention du lecteur sur une série de nouvelles recherches, poursuivies dans ces trois dernières années avec beaucoup de zèle et qui ont pour objet l'étude des poisons cellulaires ou *cytotoxines*¹.

¹ J'ai abordé incidemment quelques-unes de ces questions dans un précédent article : L'état actuel de la question de l'immunité dans les maladies infectieuses, paru dans la *Revue générale des Sciences* du 30 novembre 1900, tome XI, p. 1210 et suivantes.

I

Sous ce nom de cytotoxines, on a proposé de réunir des poisons contenus dans des organes et des humeurs de l'homme et des animaux. Ces poisons, d'origine cellulaire, sont en même temps des substances qui empoisonnent les cellules.

Quoique connues depuis longtemps, les cytotoxines n'ont été bien étudiées que dans ces derniers temps. C'est M. Bordet¹ qui, dans un travail exécuté à l'Institut Pasteur, a décrit pour la première fois l'action toxique du sérum de cobayes, préparé avec des injections de sang de lapin, vis-à-vis des globules rouges de cette dernière espèce animale. Tandis que le sérum d'un cobaye normal laisse les hématies de lapin intactes ou à peu près, le sérum sanguin d'un cobaye ayant subi plusieurs injections de sang de lapin, dissout les globules rouges des lapins avec une grande intensité.

Il est donc bien facile d'obtenir artificiellement une hémotoxine, ou hémolysine, dirigée contre les hématies d'une espèce animale déterminée. M. Bordet a démontré, en plus, que cette hémotoxine est constituée par deux substances différentes, dont l'une — alexine — est très peu stable et est détruite par un chauffage peu prolongé à 55-56°, tandis que l'autre — la substance sensibilisatrice — résiste bien à cette température et n'est détruite que par un chauffage à 65-68°.

Le concours de ces deux substances est nécessaire pour que l'action hémolytique soit énergique ; il faut donc, pour qu'un sérum détruise activement les hématies, qu'il contienne à la fois ces deux matières.

La substance sensibilisatrice, ou, d'après notre nomenclature, la philocytase, n'existe en abondance que dans le sérum des animaux traités au préalable par les injections de sang (sérum actif). Au contraire, l'alexine, ou cytase, existe tout aussi bien dans le sérum des animaux neufs, n'ayant subi aucune injection, que dans celui des animaux traités. Il suit de là qu'un sérum d'animal neuf acquiert un pouvoir hémolytique intense lorsqu'on l'additionne de substance sensibilisatrice, c'est-à-dire lorsqu'on y ajoute une certaine dose de sérum d'animal, préparé par les injections de sang. Sous l'influence de cette addition, le sérum neuf est « activé ». L'expression « activer le sérum neuf » (expression dont je serai amené à me servir dans la suite) signifie donc : ajouter au sérum neuf la substance sensibilisatrice. Comme cette dernière résiste à l'action d'une température de 55°, on peut très bien activer un sérum neuf en l'additionnant de sérum actif qui a été chauffé à 55° et qui a

été dépouillé ainsi de sa cytase propre, et par conséquent de son pouvoir hémolytique propre.

La substance sensibilisatrice a été ainsi dénommée par M. Bordet parce que cet observateur admet que cette matière, qui par elle-même ne détruit pas les globules, fonctionne en les rendant très sensibles à l'action destructive de l'alexine.

Il résulte de ces notions que, soumis aux injections de globules étrangers, l'organisme réagit en sécrétant une substance qui favorise l'action destructive, sur ces globules, d'une autre matière que cet organisme possédait déjà avant le traitement.

La découverte de l'hémotoxine a ouvert la voie à un grand nombre de recherches qui se poursuivent surtout dans les deux directions suivantes : D'une part, on cherche à approfondir le mécanisme de l'action des cytotoxines sur les éléments cellulaires correspondants. D'autre part, on essaye d'obtenir des cytotoxines vis-à-vis des cellules les plus diverses, dans le but de résoudre certains problèmes de Pathologie et de Thérapeutique générales.

Dans la première catégorie de travaux, il y a surtout à signaler les importantes recherches de MM. Ehrlich et Morgenroth², qui ont démontré que la substance sensibilisatrice de Bordet ou, comme ils la désignent, la substance intermédiaire (*Zwischenkörper*), se fixe sur le globule rouge du sang correspondant. Ils ont pu fournir la preuve de ce fait par l'expérience suivante : Un sérum hémolytique, chauffé à 55° et par conséquent privé de la cytase (ou complément, d'après la nomenclature de M. Ehrlich), est mis en contact avec les hématies, vis-à-vis desquelles l'hémotoxine se montre active. La substance sensibilisatrice ou intermédiaire, incapable de dissoudre à elle seule les hématies, se fixe sur ces cellules. Aussi, lorsqu'on sépare ces éléments et qu'on leur ajoute du sérum normal, renfermant de la cytase, les hématies se dissolvent avec rapidité. D'un autre côté, le sérum, chauffé à 55° et débarrassé des hématies qui avaient fixé la substance sensibilisatrice, ne possède plus sa propriété d'activer un sérum normal qui ne contient que de la cytase et qui, à lui seul, est incapable de dissoudre les globules rouges.

Les faits que je viens de résumer sont généralement acceptés et rentrent dans le domaine des vérités bien établies et définitives. Par contre, on n'est pas d'accord sur le mécanisme intime de l'action des deux substances qui constituent l'hémotoxine : sur les hématies, MM. Ehrlich et Morgenroth admettent que la substance intermédiaire agit en contractant des combinaisons chimiques

¹ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1898, p. 688.

² *Berliner klinische Wochenschrift*, 1899, n° 1.

véritables et que sa molécule possède deux groupements haplophores. Par un de ces groupements, la molécule se fixe sur l'hématie, tandis que par l'autre, elle se combine avec la cytase. A la suite de cette double affinité, la cytase peut s'introduire dans le globule rouge, sur lequel elle agit comme un véritable dissolvant. Sans l'action de la substance intermédiaire, la cytase est impuissante à se combiner avec la substance de l'hématie.

La conception de M. Bordet ne s'accorde pas bien avec cette manière de voir. Pour lui, il n'existe aucun fait démontrant que la substance sensibilisatrice se combine avec la cytase. Il admet que cette matière sensibilisatrice, retenue par le globule, exerce sur lui une action de mordantage, grâce à laquelle le globule absorbe la cytase destructive. Cette dernière s'attacherait au globule sensibilisé, comme une couleur s'attache à un élément mordancé, ou, comme on dit en histologie, qui a été soumis à la fixation. D'après ses recherches, les globules sensibilisés absorbent la cytase et la font disparaître du liquide ambiant, tandis que les globules non sensibilisés ne la fixent pas. Mais, d'autre part, la comparaison avec les phénomènes de teinture se justifie en ce que l'absorption de l'alexine par les globules sensibilisés ne suit pas les lois élémentaires des combinaisons chimiques, notamment celle des proportions définies. Ce sont les stromas des globules qui ont la propriété d'absorber ainsi les matières actives du sérum hémolytique.

M. Nolf¹, dans un travail récent, a tâché de préciser le rôle des deux substances dans l'hémolyse. Pour lui aussi, la philocytase joue, dans la dissolution des globules rouges, le même rôle que les mordants en teinture. Fixée sur l'hématie, cette substance la rend plus avide de la cytase, comme le mordant facilite la fixation de la couleur sur la fibre du tissu. Dans ces conditions, la cytase, se trouvant en forte quantité dans l'intérieur du globule rouge, exerce sur celui-ci son action hydratante, ce qui amène la diffusion de l'hémoglobine et souvent même la dissolution du stroma globulaire.

Quant au mode de l'action dissolvante de la cytase sur l'hématie, M. Nolf le compare à celui de certains sels minéraux, comme le chlorure ammonique. Il refuse d'accepter la comparaison des cytases avec des ferments protéolytiques, comparaison qui avait été souvent formulée, et soutenue notamment par M. Buchner.

M. Nolf passe en revue les diverses propriétés des cytases et les trouve très analogues à l'action dissolvante de plusieurs sels. Même cette particu-

larité des cytases de rester inactives à la température de 0°, est partagée par le chlorure ammonique, qui, seul parmi tous les sels étudiés par M. Nolf, n'exerce aucune action dissolvante à la température de la congélation de l'eau. Mais il a été impossible à M. Nolf de pousser plus loin ces analogies, et notamment de sensibiliser par la substance intermédiaire les globules rouges à l'action des doses par elles-mêmes inactives de chlorure ammonique ou de n'importe quel autre sel. Au contraire, dans l'histoire des vrais ferments solubles, nous trouvons des exemples de sensibilisation très comparables aux phénomènes de l'hémolyse. Ainsi, d'après la découverte très intéressante de M. Chepowalnikoff, faite sous la direction de M. Pawloff, le suc intestinal du chien renferme un ferment qui, par lui-même, est inactif vis-à-vis des substances albuminoïdes, mais qui facilite leur digestion par le ferment pancréatique d'une façon vraiment remarquable.

L'idée que l'hémotoxine est un mélange de deux enzymes et que la cytase se comporte comme un ferment soluble, ne peut nullement être considérée comme réfutée par M. Nolf. Cette idée s'accorde, au contraire, très bien avec l'ensemble des faits connus, sur une partie desquels nous devons revenir plus tard.

Tout récemment, M. London², à Saint-Petersbourg, a publié un travail sur l'hémolyse. Il y soutient la théorie d'après laquelle l'action de l'hémotoxine serait purement chimique. Bien que confirmant les expériences de M. Bordet qui avaient amené ce dernier à comparer l'action de l'hémotoxine au mordantage des tissus, il n'en accepte pas l'interprétation.

Il nous est impossible d'entrer ici dans des détails à ce sujet. Il nous suffit de dire que le mécanisme de l'action intime de l'hémotoxine et de ses deux parties constituantes n'est pas encore suffisamment éclairci pour qu'on puisse en parler comme d'une acquisition définitive.

II

Le désir d'approfondir la question de l'hémotoxine a amené non seulement de nombreux travaux dans le but d'établir sa composition et le mécanisme de son action; il a suggéré aussi des recherches sur l'origine de l'hémotoxine. D'où vient ce poison cellulaire, et comment se répartissent les deux substances qui le composent?

Pour répondre à cette question, j'ai entrepris une série d'expériences, exécutées sur des cobayes,

¹ *Archives des Sciences biologiques*, Saint-Petersbourg, 1900 (en russe).

² *Annales de l'Institut Pasteur*, 1899, p. 737.

¹ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 636.

auxquels j'injectai du sang défibriné d'oie. Les hématies de ce volatile, introduites dans le péritoine de cobayes, y sont plus ou moins rapidement saisies par les leucocytes mononucléaires, les macrophages. Dans l'intérieur de ces cellules, les globules rouges subissent une véritable digestion intracellulaire, qui doit être attribuée à une action fermentative des sucs des phagocytes. Cette digestion est tout à fait comparable à l'hémolyse qu'on observe *in vitro* sous l'influence de l'hémotoxine. C'est pourquoi il est si difficile de refuser l'analogie entre ce poison des globules rouges et le ou les ferments digestifs des macrophages. L'analyse de faits nombreux nous a amené à cette conclusion que l'hémotoxine est un produit phagocytaire qui se retrouve dans le sérum. Mais, tandis que la substance sensibilisatrice, ou, comme l'a désignée M. London, le « desmon », est déjà chez l'animal vivant excrétée dans le plasma sanguin, l'alexine reste, pendant la vie des phagocytes, renfermée dans le corps de ces cellules. Mais, lorsque les leucocytes éclatent en dehors de l'organisme, lors de la formation du sérum, ou bien lorsqu'ils subissent une avarie grave à la suite des injections de liquides dans le péritoine, une partie des alexines s'en échappe et passe dans les humeurs. En raison de ces circonstances, il se présente des cas où l'hémolyse se produit très facilement dans le sérum, recueilli en tubes, mais n'a point lieu dans l'organisme vivant.

On peut affirmer d'une façon générale que plus la phagocytose des hématies est prononcée plus il y a d'hémotoxine qu'on retrouve dans le sérum sanguin. Dans certains cas, par exemple lorsque l'on injecte du sang d'oie, non pas dans le péritoine, mais sous la peau de cobayes, une partie des globules rouges se dissout dans le liquide, en dehors des phagocytes qui n'interviennent que tardivement. Dans ces circonstances, la quantité d'hémotoxine dans le sang est notablement plus faible que dans le cas où la digestion des hématies se fait exclusivement ou presque exclusivement dans l'intérieur des phagocytes.

Lorsque, au lieu d'injecter du sang d'espèce étrangère, on introduit des globules sanguins appartenant à la même espèce animale, ces éléments passent dans le sang sans subir de dissolution. Mais aussi, dans ce cas on n'obtient pas d'hémotoxine artificielle dans le sérum de ces animaux. Pour arriver à un résultat positif, MM. Ehrlich et Morgenroth¹ ont dû injecter des globules sanguins préalablement avariés par l'addition d'eau. Dans ces conditions, les hématies détruites sont englobées par les phagocytes et y subissent une diges-

tion intracellulaire, ce qui a pour conséquence l'apparition de l'hémotoxine dans le sérum. Les expériences de M. Bordet ont démontré que l'injection des stromas des globules rouges suffit déjà pour provoquer la formation de l'hémotoxine. M. Nolf avait d'abord affirmé le contraire; mais, après avoir repris le sujet, il est arrivé à des résultats conformes à ceux de M. Bordet.

Somme toute, on peut dire, en résumé, que l'hémotoxine est un poison des globules rouges, qui souvent est préformé dans le sérum de beaucoup d'animaux et qui, dans ce cas, ne manifeste pas de spécificité pour les hématies d'une espèce déterminée. L'hémotoxine artificielle, qu'on peut obtenir facilement à l'aide d'injections de sang d'espèce étrangère, est, au contraire, spécifique dans son action vis-à-vis des globules rouges de l'espèce qui a fourni le sang injecté. L'hémotoxine est un poison cellulaire constitué par deux substances différentes: la cytase et la philocytase ou substance sensibilisatrice, intermédiaire, ou desmon. Ces deux substances ressemblent à des ferments et servent pour la digestion des hématies. Elles représentent très probablement les ferments digestifs des phagocytes, dont l'un, la cytase, reste renfermé dans les phagocytes, sauf des cas particuliers, tandis que l'autre est excrété en partie dans le plasma sanguin et passe dans les exsudats et les transsudats.

III

Après la découverte de l'hémotoxine artificielle, plusieurs savants, indépendamment les uns des autres, ont eu l'idée de rechercher s'il est possible d'obtenir des poisons analogues agissant sur d'autres éléments cellulaires. J'ai exposé d'abord² un programme d'études dans cette direction et je me suis mis à préparer un sérum contre les leucocytes et un autre contre les spermatozoïdes. Bientôt après, M. Landsteiner, à Vienne, publia une Note sur un sérum qui immobilise les spermatozoïdes de taureau³. Ce sérum avait été obtenu à la suite d'injections de sperme de cet animal à des lapins.

Tous les deux, M. Landsteiner et moi, Nous avons pu préparer des sérums spermotoxiques qui, au bout de peu de temps, paralysaient les mouvements des spermatozoïdes, mais qui étaient incapables de dissoudre ces éléments, même après un contact très prolongé. M. Moxter³, le regretté jeune savant attaché à l'Institut de Koch, à Berlin, a pu confirmer ces données et y ajouter le fait que le sérum spermotoxique, lui aussi, est constitué par deux substances différentes: la cytase et une

¹ *Archives russes de Pathologie*, février 1899.

² *Centralblatt für Bakteriologie*, 1899, p. 546.

³ *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 1900, n° 3, p. 62.

¹ *Berliner klinische Wochenschrift*, 1900, p. 433.

substance intermédiaire ou sensibilisatrice (philo-cytase). D'après Moxter, non seulement la cytase de la spermotoxine serait identique à celle de l'hémotoxine, mais aussi sa seconde partie constituante, la substance intermédiaire, agirait en même temps contre les spermatozoïdes et contre les hématies. Cette manière de voir, opposée au principe de l'action spécifique des poisons cellulaires, a rencontré, de notre part¹, une opposition appuyée par des expériences qui prouvent la différence entre la spermotoxine et l'hémotoxine.

Les sérums leucotoxiques que nous avons obtenus avaient été préparés dans le but de trouver une substance capable d'arrêter les macrophages dans leur œuvre destructive, lors des processus atrophiques dans l'organisme. Mais nous avons pu constater que le sérum obtenu à la suite des injections de ganglions lymphatiques de lapins, détruisait non seulement les macrophages de ce rongeur, mais aussi ses leucocytes polynucléaires. Ajouté en petite quantité, ce sérum immobilisait presque instantanément les leucocytes de lapins et les transformait en vésicules rondes, qui devenaient transparentes et laissaient facilement apercevoir le noyau.

La découverte d'un sérum leucotoxique a été utilisée par M. Delezenne² dans ses études intéressantes sur le mécanisme des actions anticoagulantes dans l'organisme. Il a pu établir que le sérum leucotoxique empêche la coagulation du sang, comme le font les injections de peptone, et que, dans les deux cas, intervient le foie qui retient la substance coagulante échappée à la suite de la destruction des leucocytes.

M. Funck³ a préparé aussi un sérum leucotoxique et a confirmé le fait que ce sérum agit en même temps contre les leucocytes mono et polynucléés.

M. von Dungen⁴ a publié une note très intéressante sur un sérum qui immobilise les mouvements des cils vibratils. Ce sérum avait été obtenu avec des injections de la muqueuse de la trachée de bœuf à des cobayes.

M. Lindemann⁵ a préparé, dans mon laboratoire, des cobayes, auxquels il injectait de la substance rénale de lapin. Au bout de quelque temps, le sérum de ces cobayes manifestait une action toxique sur les reins de lapin, occasionnait une albuminurie et des phénomènes de néphrite aiguë. M. Schütze⁶, au contraire, avait vainement injecté des reins et du foie broyés à des animaux, sans

jamais réussir à avoir un sérum néphrotoxique ou hépatotoxique. Il est incontestable que M. Schütze ne préparait pas ses animaux d'une façon suffisante, car la découverte de la néphrotoxine artificielle a pu être confirmée par M. Nefedieff dans mon laboratoire, et celle de l'hépatotoxine a pu être faite indépendamment par M. Delezenne et M. Deutsch¹. Ces deux observateurs ont obtenu, à la suite des injections de foie d'espèce étrangère, des sérums qui agissent sur les cellules hépatiques d'une façon nécrosante très prononcée.

Dans ces recherches des divers poisons cellulaires, les plus grandes difficultés avaient été éprouvées pour la préparation de sérums agissant contre les centres nerveux. Pour arriver à un résultat positif, nous nous sommes appliqués, M^{me} Metchnikoff et moi, à injecter à des rats et à des cobayes des cerveaux et des moelles émulsionnés, provenant de pigeons. Comme ces oiseaux supportent assez bien les opérations cérébrales, nous leur avons introduit dans les gros hémisphères du sérum ainsi obtenu, parallèlement à celui des rats et des cobayes non préparés. Dans plusieurs expériences, l'effet toxique du sérum des animaux traités avec de la matière des centres nerveux de pigeons a été très manifeste; dans d'autres, au contraire, le sérum des animaux préparés se montrait peu actif. Ces différences indiquaient une variabilité individuelle considérable des Rongeurs dans la production de la névrotine, ce qui demandait une étude plus approfondie et plus prolongée du sujet. Pendant que nous étions occupés de ces recherches, M. Delezenne nous fit part de ses expériences sur la névrotine qu'il avait pu obtenir en injectant des centres nerveux émulsionnés de chiens dans le péritoine de canards². L'introduction de très petites quantités de sérum de ces oiseaux ainsi traités, dans les hémisphères cérébraux de chiens, les tuait presque instantanément ou provoquait des troubles graves, qui, parfois, présentaient une analogie frappante avec des attaques épileptiques.

Ces recherches si intéressantes couronnent la série des travaux sur les poisons cellulaires artificiels. Il est donc hors de doute qu'il est possible d'obtenir des cytotoxines spécifiques, capables d'agir au choix sur n'importe quel système cellulaire. Il reste à compléter ces études sur les poisons artificiels des organes entiers et, sous ce rapport, il y a lieu de chercher un poison cardiaque artificiel, qu'on pourrait obtenir à la suite de l'injection de cœur broyé et émulsionné. Comme cet organe,

¹ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 369.

² *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.

³ *Centralblatt für Bakteriologie*, 1900.

⁴ *Munchener medicinische Wochenschrift*, 1899, n° 38.

⁵ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 48.

⁶ *Deutsche medicinische Wochenschrift*, n° 27, p. 431.

¹ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 13 août 1900, et *Comptes rendus du Congrès International de Médecine*, à Paris.

² *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 686.

chez certains Vertébrés à sang froid, peut être pendant longtemps isolé de l'organisme, on comprend tout l'intérêt que pourrait présenter l'étude de son fonctionnement sous l'influence d'un sérum cardiotoxique artificiel.

IV

Dans les trois chapitres précédents, il n'a été question que de poisons cellulaires qu'on obtient en injectant à des animaux des éléments provenant d'espèces étrangères. Dans la Nature, les conditions pour la production de ces poisons, qu'on désigne sous le nom d'hétérocytotoxines, ne doivent pas se rencontrer facilement. Comment, en effet, concevoir la possibilité de l'introduction, dans les tissus de l'organisme animal, d'organes ou d'humeurs appartenant à d'autres espèces? Au contraire, il arrive souvent, dans les conditions naturelles, que du sang ou des éléments d'autres humeurs ou d'organes subissent une résorption dans le sein de l'organisme même. Ainsi, le sang extravasé, les exsudats divers sont facilement résorbés, quelquefois même en un espace de temps très court. Certains tissus sont également résorbés dans des processus atrophiques, fréquents dans beaucoup de maladies. Eh bien, dans ces conditions, se fait-il également une production de cytotoxines? C'est cette question que se sont posés MM. Ehrlich et Morgenroth dans leur troisième Mémoire sur l'hémoïyse¹. Dans l'intention de la résoudre, ils ont injecté du sang de chèvre à d'autres individus de même espèce. Lorsque le sang injecté avait été préalablement traité avec de l'eau, afin de détruire un certain nombre d'hématies, il amenait la production d'une hémotoxine qui dissolvait les globules rouges des chèvres autres que celles qui avaient reçu les injections. MM. Ehrlich et Morgenroth ont conclu de ce fait à la formation d'une isotoxine, c'est-à-dire d'une hémotoxine qui agit non plus sur les hématies d'espèce étrangère, mais bien sur les globules rouges de même espèce. Au cours de leurs recherches sur ce sujet, ils n'ont jamais rencontré d'autotoxines, c'est-à-dire de poisons spécifiques agissant sur les cellules du même organisme dans lequel s'était produite la résorption.

Comme cette question des autotoxines présente un grand intérêt, non seulement au point de vue purement théorique, mais aussi par rapport au problème pratique des auto-intoxications, M. Metchnikoff, dans un travail exécuté dans mon laboratoire, lui a consacré une attention toute particulière². Seulement, au lieu de chercher une autohémotoxine,

il s'est mis à préparer une autospermotoxine. Dans ce but, il injectait à des cobayes mâles du sperme de même espèce. Au bout de peu de temps, le sérum sanguin d'animaux ainsi traités immobilisait les spermatozoïdes de cobayes en quelques minutes. Cette action toxique se manifestait non seulement vis-à-vis des spermatozoïdes d'individus étrangers, mais aussi vis-à-vis de ceux que fournissaient les cobayes soumis aux injections de sperme. Voici donc un exemple d'une vraie autocytotoxine, produite à la suite de la résorption des cellules de même espèce. Ce poison se trouve dans le sang et sa présence est dénotée par l'action du sérum préparé en dehors de l'organisme. Seulement, et ceci est très remarquable, les spermatozoïdes d'un cobaye, dont le sérum sanguin est très spermotoxique, vivent très bien dans les organes génitaux du même animal. On les retire des épидидymes de ce cobaye dans un état de mobilité extraordinaire. Mais, lorsque *in vitro* on leur ajoute une goutte de sérum sanguin de même individu, les spermatozoïdes s'arrêtent au bout de peu de temps. Cette différence d'action s'explique très facilement, si l'on admet que, dans le sang vivant, ne circule qu'une seule partie constituante de la spermotoxine: la philocytase ou desmon. Le second élément de la spermotoxine, la cytase, reste confiné dans l'intérieur des leucocytes. Lorsque ces cellules sont vivantes, comme dans le sang circulant, les deux substances ne se mélangent pas; il en résulte que la mobilité et la vie des spermatozoïdes restent intactes. Mais, lorsque, dans le sang retiré de l'organisme, les leucocytes avariés cèdent, en même temps que le fibrine-ferment, leur cytase, celle-ci, sous l'influence de la substance sensibilisatrice, immobilise aussitôt les spermatozoïdes. En poursuivant ses études, M. Metchnikoff est arrivé à la conclusion que cette substance sensibilisatrice circule réellement dans le sang et pénètre dans les organes mâles. Lorsqu'en effet on soumet les spermatozoïdes de cobaye, dont le sérum est autospermotoxique, à l'influence de sérum sanguin d'un cobaye neuf, on constate qu'ils s'immobilisent beaucoup plus rapidement que les éléments mâles d'un cobaye témoin non traité.

Cette série de faits nous montre qu'un organisme peut développer une autotoxine dont les deux parties constituantes restent séparées chez l'animal vivant; c'est grâce à cela qu'il ne se produit pas d'auto-intoxication. Mais, supposons qu'à la suite d'une circonstance quelconque les leucocytes d'un organisme autotoxique subissent une avarie, la cytase, jusqu'alors retenue dans l'intérieur des cellules, s'échappera au dehors. Elle pourra facilement, sous l'influence de la philocytase qui circule dans le plasma, produire une auto-intoxication.

¹ *Berliner klinische Wochenschrift*, 1900, n° 21, p. 453.

² *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 537.

Aussi on peut prévoir que, dans des cas de phagolyse chez un cobaye autospermatotoxique, les spermatozoïdes pourront facilement être immobilisés¹.

Nous touchons ici à un des problèmes de pathologie qui présentent un grand intérêt général. On a depuis longtemps attiré l'attention des médecins sur les auto-intoxications dans les diverses maladies et on a fait des tentatives nombreuses pour démontrer la présence des autotoxines. On est arrivé à cette conclusion, je m'en rapporte en cela aux nombreux travaux de M. Bouchard et de ses élèves, qu'à côté des toxines, produites par les microbes vivant dans le tube digestif, il en existe d'autres, élaborées par les cellules de l'organisme même. On a voulu aussi préciser la nature de ces poisons, sans arriver cependant à des conclusions définitives. Eh bien, il y a lieu de se demander si, parmi ces poisons, ne figurent pas les vraies autocyto-toxines, développées à la suite de la résorption des cellules. Il existe déjà certaines indications en faveur de cette supposition. M. Néfediéff a continué dans mon laboratoire l'étude de la néphrotoxine obtenue par M. Lindemann. M. Néfediéff a confirmé les données de ce dernier et il leur a ajouté un fait intéressant. Le sérum sanguin de lapins auxquels on a lié un des uretères, devient, après un certain temps, manifestement néphrotoxique pour les lapins neufs. La néphrotoxine, dans ce cas, se développerait à la suite de l'atrophie des éléments rénaux du côté de la ligature et présenterait un exemple d'isocytotoxine ou probablement même d'une autocyto-toxine. Dans cette même catégorie peut être rangée une observation de M. Lindemann². Il a vu que le sérum sanguin de chiens, auxquels on a produit une néphrite par le chromate de potassium, devient néphrotoxique pour des chiens neufs. Cette action ne dépend pas du chrome, dont on ne retrouve aucune trace dans le sang des chiens empoisonnés. M. Lindemann lui-même conclut à une néphrotoxine, analogue à celle qu'il a obtenue après l'injection de substance rénale. MM. Widal et Lesné³ ont observé le même fait.

En présence de ces faits, il y a lieu de rechercher si, dans l'urémie, il ne se produirait pas également une autotoxine qui, sous l'influence de conditions

particulières, manifesterait son action dans l'organisme qui la développe. On sait que des tentatives très nombreuses pour déceler un poison urémique ont échoué. On l'avait longtemps cherché dans les diverses parties constituantes de l'urine, mais sans résultat suffisant. Alors, on s'est mis à étudier le sang des urémiques, dans l'espoir d'y découvrir le poison en question. Eh bien, malgré l'emploi de méthodes perfectionnées, comme l'injection intracérébrale d'après le procédé de Roux et Borrel, le succès n'a pas couronné les efforts. MM. Lesné et Widal⁴ ont démontré que le sérum des urémiques, comme celui des éclamptiques, n'est pas plus toxique pour le lapin que le sérum humain normal.

Si, dans l'urémie, il y a intervention des autocyto-toxines, il est tout naturel de supposer que ces poisons sont spécifiques au même titre que les cytotoxines en général. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que le sérum des urémiques ou des éclamptiques ne soit pas toxique pour le lapin ou une espèce quelconque, autre que l'homme. Cette dernière considération semble présenter une grande difficulté dans l'étude des maladies dues aux intoxications. Comment, en effet, oser injecter du sérum toxique à l'homme, le seul être qui y soit sensible? Pour tourner la difficulté, on pourrait essayer d'introduire dans l'organisme humain non pas des sérums autocyto-toxiques, mais plutôt des sérums antitoxiques. Cette hypothèse a pour base le fait précis que les cytotoxines sont capables de provoquer la production des anticytotoxines, ainsi que je tâcherai de le démontrer dans le chapitre suivant.

V

M. Bordet⁵ a établi le premier que l'hémotoxine naturelle du sang de poule, injectée à des lapins, y provoque la formation d'une antitoxine. Ce fait a été confirmé par MM. Ehrlich et Morgenroth pour plusieurs autres hémotoxines. J'ai pu moi-même préparer une antispermatoxine contre une toxine artificielle qui immobilise les spermatozoïdes de lapin. Le fait a donc une portée générale.

Dans leurs études sur les propriétés intimes de leurs antihémotoxines, M. Bordet d'un côté et MM. Ehrlich et Morgenroth de l'autre, ont établi que la partie principale de ces corps est représentée par les anticytases. M. Bordet a bien vu qu'à la suite des injections de l'hémotoxine il se produit aussi une certaine quantité d'antidesmon, ou antiphilococtase (substance qui neutralise l'effet de la substance sensibilisatrice), mais il est impossible d'accepter l'af-

¹ Dans une des dernières séances de la Société de Médecine interne, à Berlin (*Semaine médicale*, 1900, n° 47, p. 394, et *Munchener medic. Wochenschr.*, 1900, n° 46, p. 1685), M. Michaëlis a décrit un cas d'hémoglobinurie qu'il attribue à la production d'une autohémotoxine, consécutive à un épanchement sanguin dans le péritoine. Bien que cette interprétation ne soit pas appuyée sur des arguments probants, elle paraît en somme très vraisemblable. Cet exemple nous montre que la notion des cytotoxines commence déjà à pénétrer dans le domaine de la médecine clinique.

² *Centralblatt für allgemeine Pathologie*, 1900, p. 308.

³ Communication au Congrès international de Paris. *Gazette des Hôpitaux*, 1900, p. 979.

⁴ LESNÉ : Etude de la toxicité de quelques humeurs de l'organisme. Paris, 1899. *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 1899.

⁵ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 257.

firmation de M. Schütze que, dans ce cas, cette substance soit la seule active dans l'antihémotoxine.

Dans le but de trouver l'origine des anticytotoxines, j'ai étudié l'antispermatoxine chez le lapin. Le fait, confirmé à plusieurs reprises, à savoir que les lapins mâles châtrés, les lapines, les lapins tout jeunes des deux sexes, sont capables de produire, à la suite des injections de spermatoxine, une substance qui neutralise l'effet de ce poison sur les spermatozoïdes de lapin, a démontré qu'il faut chercher la source de l'antispermatoxine ailleurs que dans les organes génitaux.

L'absorption facile de la spermatoxine par les leucocytes indique que ces cellules doivent servir à la production de l'antitoxine. Il est plus difficile d'établir si d'autres éléments contribuent également à la préparation de cette substance dans l'organisme.

Dans le courant de ces recherches, j'ai pu constater que le rat, espèce animale sur les spermatozoïdes de laquelle la spermatoxine du cobaye n'a pas de prise, est néanmoins capable de produire de l'antitoxine qui neutralise ce poison dans son effet immobilisant sur les spermatozoïdes de lapin. Ce fait établit en principe qu'une espèce étrangère peut produire une anticytotoxine contre un poison qui est toxique pour les cellules d'une autre espèce.

Dans le cas où il y aurait nécessité de préparer une anti-autotoxine pour préserver les éléments humains, on pourrait donc se servir d'une espèce de mammifère quelconque.

VI

Je n'ai pas besoin d'insister sur ce que ce chapitre des cytotoxines et des anticytotoxines ne présente qu'une première ébauche et qu'il reste encore beaucoup de faits importants à établir et à préciser. Pour le moment, on ne peut que présenter l'intérêt et la place que ce chapitre doit prendre dans la Physiologie et la Médecine.

S'il est légitime de supposer que, dans certaines maladies, on devra plus tard avoir recours aux anticytotoxines, il est possible que, dans d'autres cas, on puisse se servir de cytotoxines mêmes. Déjà, dans ma première publication à ce sujet, j'ai exprimé l'opinion que, dans des maladies dues au développement excessif de certaines cellules, comme dans les néoplasies malignes, un sérum anticytotoxique spécifique pourrait rendre des services dans la lutte contre l'envahissement par la tumeur. Cette même pensée a été exprimée par M. von Dungern à propos de sa découverte d'un sérum qui immobilise les cils de l'épithélium vibratil. M. Ehrlich¹,

dans son discours à l'inauguration de son nouvel Institut de Thérapeutique expérimentale à Francfort, a accepté et développé cette hypothèse. On fait, dans plusieurs laboratoires, des essais dans cette voie, mais on est encore loin de la solution du problème.

Dans la même publication à laquelle je viens de faire allusion, j'ai émis la supposition que, dans certains processus atrophiques, un sérum leucotoxique pourrait arrêter l'envahissement des tissus par des macrophages qui détruisent des cellules nobles affaiblies. Plus tard, la constatation de ce fait que les sérums leucotoxiques agissent non seulement contre les macrophages, mais aussi contre les leucocytes polynucléés ou microphages, m'a démontré l'impossibilité de résoudre le problème dans la voie supposée. En tournant la question, je me suis alors arrêté à cette autre hypothèse que les petites doses de cytotoxines pourraient peut-être servir pour stimuler l'action des éléments spécifiques. Il est de notion courante que certains poisons, employés en petite quantité, non seulement ne produisent pas leur effet toxique, mais, au contraire, servent pour renforcer l'activité des organes et des tissus. C'est en vertu de cette loi qu'on prescrit de petites doses de digitaline dans les maladies de cœur ou qu'on augmente le rendement de l'alcool par des quantités non toxiques d'acide fluorhydrique, ajoutées à la levure.

Pour vérifier cette hypothèse, mes collaborateurs, MM. Cantacuzène² et Besredka³, se sont mis à étudier l'influence des petites quantités d'hémotoxine et de leucotoxine sur les globules rouges et blancs du sang chez les animaux de laboratoire. Leurs résultats ont été confirmatifs, en ce sens que de faibles doses de ces deux poisons cellulaires augmentent réellement le nombre des éléments correspondants.

Il restait à voir si le même principe est applicable à l'organisme humain. Dans ce but, nous avons, M. Besredka et moi³, injecté à des lépreux des doses croissantes de sérum toxique pour les globules rouges humains. Nous avons constaté, sous l'influence du sérum, une augmentation incontestable du nombre d'hématies et surtout de la quantité d'hémoglobine chez nos patients. La question posée a reçu donc par toutes ces données une réponse favorable. En outre, nous avons pu voir que les sérums leucotoxiques, stimulant l'activité des leucocytes, peuvent être essayés dans la lutte contre certaines maladies infectieuses, dont l'agent étiologique reste encore inconnu.

Comme il est définitivement établi par des

¹ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 378.

² *Ibid.*, 1900, p. 390.

³ *Ibid.*, 1900, p. 402.

¹ *Semaine Médicale*, 1899, p. 411.

recherches nombreuses, résumées dans les chapitres précédents, que des cytotoxines spécifiques peuvent être préparées contre toute sorte d'éléments cellulaires, il y a lieu de chercher si leur emploi en petites doses peut être appliqué dans la Thérapeutique.

Dans un grand nombre de maladies chroniques, on observe des éléments nobles, des plus différenciés, comme les cellules nerveuses, hépatiques ou rénales, envahis par les macrophages. Souvent on voit ces phagocytes s'accumuler autour des éléments qui se présentent au microscope encore intacts au point de vue morphologique. Cette destruction de cellules très importantes pour la vie normale de l'organisme, par des macrophages, constitue la base des phénomènes scléreux, dans lesquels les phagocytes mononucléaires remplacent les éléments atrophiés par du tissu conjonctif.

Ces scléroses des tissus nobles sont tellement répandues que très souvent on les prend pour un processus normal qui s'accomplit dans le courant de la vie et qui caractériserait l'atrophie sénile. Autrefois, on considérait aussi les maladies de la dentition et plusieurs autres maladies des enfants comme tout à fait naturelles et inévitables. Avec les progrès de la Médecine scientifique, on a bien compris toute l'erreur de cette opinion. Il en sera de même pour les maladies de la vieillesse, lorsqu'on les connaîtra mieux qu'actuellement. L'étude de l'atrophie sénile nous prouve qu'il s'agit ici, non pas de phénomènes réguliers, mais bien de quelque chose qui manifeste un caractère anormal et précocé. M. Matchinsky a fait, dans mon laboratoire, des recherches minutieuses sur les tissus des vieux chiens au point de vue histologique. Ces observations donnent des résultats beaucoup plus précis que l'étude des modifications des tissus chez les

vieillards, car les vieux chiens peuvent être sacrifiés au moment nécessaire, ce qui permet de conserver leurs organes dans des conditions meilleures que chez l'homme.

Et bien, l'étude des tissus de vieux chiens démontre que leur atrophie est loin de présenter une marche concordante et régulière. Tandis que les cellules du cerveau et d'autres centres nerveux subissent un envahissement progressif par des macrophages (phénomène qui s'observe, quoique moins constamment, dans les reins et le foie), les cellules des testicules, de la rate et des ganglions lymphatiques accusent un état de prolifération tout à fait remarquable. Il y a donc, dans l'organisme de tous ces vieux chiens, des éléments qui prospèrent à une époque de la vie où certaines cellules nobles se trouvent déjà en voie d'atrophie complète. La dégénérescence sénile de l'homme présente les mêmes particularités et doit être également considérée comme quelque chose de prématuré et d'anormal.

Un avenir prochain nous apprendra certainement si les cytotoxines nombreuses et spécifiques qu'on sait préparer sont réellement capables de remédier aux maladies atrophiques de tous les âges. Alors seulement on saura si, à côté de la sérothérapie proprement dite et de l'organothérapie, il y aura encore une thérapie par les cytotoxines, c'est-à-dire par des sérums obtenus à la suite de l'injection des organes émulsionnés. Mais, dès à présent, on a le droit d'affirmer que, dans l'étude scientifique de la vie normale et pathologique, les cytotoxines constituent un chapitre aussi nouveau qu'intéressant.

El. Metchnikoff,

Chef de Service à l'Institut Pasteur.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA CULTURE DE L'OLIVIER EN ALGÉRIE

I. — LES ORIGINES.

L'Olivier est l'arbre des rives méditerranéennes. Son histoire se lie aux anciennes civilisations qui y ont surgi et s'y sont éteintes depuis trente siècles. En Grèce, l'Olivier était l'arbre de la Paix, l'arbre qui fait vivre; mais ce sont les Romains qui ont su donner à la culture de l'Olivier une extension considérable vers l'Ouest, et, pendant les six siècles de la domination latine, le nord de l'Afrique était couvert d'olivettes. Les forêts d'Oliviers sortaient de cette terre si propice par le fait d'une volonté qui ne connut pas d'obstacle, et sut maîtriser les besoins du moment pour organiser la prospérité des générations à venir.

On a beaucoup discuté sur l'indigénat de l'Olivier en Afrique. Il est certain que cette espèce est spontanée en Algérie; mais la forme vraiment sauvage est l'Oléastre vrai à très petits fruits (fig. 1) dont il est très difficile de retirer de l'huile pour un usage courant.

Les noyaux des Oliviers cultivés ont donné naissance à beaucoup d'Oliviers sauvages qui sont à tort confondus avec le véritable Oléastre, ou forme primitive, laquelle se reconnaît facilement à son port et surtout à ses fruits très petits, sans chair.

Certains de ces *Zeboudj*, ou Oliviers sauvages, se couvrent de fruits, parfois assez volumineux pour être récoltés et donner une bonne huile, mais en faible quantité.

Les Phéniciens importèrent probablement les races déjà cultivées en Orient; ces races améliorées

se propagèrent de la Cyrénaïque au Maroc et même en Espagne. Le nom arabe de l'Oléastre est *Zeboudj*, tandis que l'Olivier cultivé est nommé en arabe *Zitoun*; d'où l'espagnol *Acetyuno*. En kabyle, l'Olivier cultivé se nomme *Azemmour*. Ce nom berbère n'a pas d'analogue de même racine dans

les langues de la région de l'Olivier; cette dénomination indique donc une introduction très ancienne.

Les traditions, ainsi que les documents historiques, semblent bien établir que les Carthaginois, comme les Romains, ont provoqué, par des mesures administratives, la plantation des immenses olivettes qui s'étendaient de Sfax aux rives de l'Océan. En Kabylie, une légende attribue à un conquérant venant de l'Est, la mise en culture de l'Olivier dans tous les terrains propices; en quelques années, ce puissant bienfaiteur aurait fait mettre en terre les millions d'Oliviers qui, depuis lors, alimentent le pays. Il



Fig. 1. — *Oleastre*.

serait à désirer qu'une nouvelle intervention du même genre obligeât les Kabyles d'aujourd'hui à réparer les vides qui se sont produits dans leurs plantations.

C'est M. Bourde qui, dans un mémorable *Rapport sur la culture de l'Olivier dans le centre de la Tunisie* (1893), a établi, par des observations nombreuses et des textes très clairs, que l'Olivier avait été, pendant la période si heureuse de l'occupation romaine, l'agent presque unique de la prospérité de la Tunisie.

Il est non moins certain que, dans une grande partie du littoral algérien, l'Olivier a joué autrefois

un rôle beaucoup plus important que de nos jours.

Dans le massif du Chenoua, entre deux anciennes villes qui ne comptaient pas moins de 60.000 habitants, Tipaza et Cherchell, on trouve encore les ruines de nombreuses huileries romaines, et cependant l'Olivier y est devenu rare, et les quelques arbres témoins ne sont même plus exploités. Dans la région de Tebessa, les ruines d'huileries sont importantes. M. Gsell nous a communiqué les photographies et plans d'une usine remarquable et encore debout (fig. 2), à une trentaine de kilomètres au sud de Tebessa.

On attribue aux grandes invasions arabes la destruction des forêts d'Olivier. Dans le massif de l'Aurès, une légende rend aussi responsable de cette destruction la Kahena, héroïne qui commandait dans cette région lors de la sixième invasion arabe. La Kahena pensait décourager l'envahisseur en ruinant le pays: tous les arbres fruitiers furent abattus par ses ordres. Enfin, il est probable que, l'exportation sur Rome et Constantinople devenant plus difficile, la mévente découragea à ce moment déjà plus d'un producteur.

Depuis plus de six siècles, la culture de l'Olivier s'est localisée dans quelques sites plus particulièrement favorables, comme la Kabylie.

Actuellement la production de l'huile est bien loin de suffire à la consommation locale, car l'Algérie importe tous les ans plus de douze millions de litres d'huile comestible.

Au moment de la conquête française, la fabrication de l'huile, par des procédés primitifs, était confinée en Kabylie, et, dès les débuts de notre occupation, les immigrants jetèrent leurs vues sur l'industrie de l'huile. Les Oliviers sauvages de la banlieue d'Alger furent greffés, et, déjà en 1832, trois moulins importés de France avaient été montés par MM. Nadaud, Lacrouts et P. Raynaud. Ces premiers essais démontrèrent que les olives d'Alger pouvaient donner une huile fine comparable à celle de Provence et d'Italie. En 1833, plus de 10.000 Oliviers étaient greffés, et M. Fougeroux en planta 2.600 venus de France. En sept ans, 60.000 Oliviers furent greffés dans la banlieue d'Alger. A Bône, le même élan était donné.

Mais, malgré le concours de toutes les administrations locales, en 1846, la situation était peu brillante: à peu près toutes les espérances étaient déçues; des lois douanières antilibérales refusaient d'ouvrir le marché français aux produits d'origine algérienne. Cependant, l'Administration locale avait, dès les premiers jours, soutenu l'effort des colons, et le Jardin d'Essai ou Pépinière centrale ne pouvait fournir des greffes en suffisante quantité, il fut créé une importante collection d'Oliviers.

Pour cela, on fit appel aux agents consulaires de France, en Espagne et en Italie; en 1845, un premier envoi d'Espagne comprenait 200 rejets de souches, 200 boutures de souches d'Olivier nain, dit *Arbeca*, et des plants de Palma et de Séville.

En 1846, 72 plants et 18 variétés furent introduits d'Italie. En 1847 et 1848, le Jardin d'Essai recevait de France deux envois, et 27 variétés de Provence venaient s'ajouter aux collections espagnoles et italiennes. En 1854, cette collection était, d'après M. J. Duval, un des plus beaux et des plus précieux ornements du Jardin d'Essai; des sujets étaient envoyés à Misserghin et à Bône. Une instruction détaillée sur le greffage des Oliviers était rédigée par M. Hardy, directeur du Jardin d'Essai, et distribuée largement.

Les premiers moulins créés à Alger n'avaient pu continuer, car non seulement les huiles algériennes étaient grevées de droits à leur entrée en France, à titre de produits exotiques, mais une ordonnance du 2 février 1848 accordait aux produits des graines oléagineuses étrangères entreposées à Marseille, la faveur de l'importation en franchise dans les ports de la Colonie.

L'accès en franchise du marché national n'a été accordé aux huiles et autres produits agricoles que par la loi du 11 janvier 1851. A ce moment, le Gouvernement fut poussé à primer les greffes; mais l'Administration jugea qu'il valait mieux encourager la création de nombreux moulins européens, et des primes importantes furent accordées. Le meilleur encouragement à donner était de fournir aux colons les moyens de tirer parti des récoltes obtenues. On y arriva par des primes aux meilleurs moulins. En 1853, M. J. Duval estimait à 2 millions de litres



Fig. 2. — Huilerie romaine, près de Tebessa (Photographie de M. Gsell).

l'exportation en huile d'olive par le port d'Alger, et s'exprimait ainsi à ce sujet : « On expédie en France, à vil prix, des huiles d'olive de qualité supérieure en échange d'huiles très inférieures et très chères. Le commerce s'enrichit à ce va-et-vient, mais la production s'y ruine ». A ce moment, la province d'Alger comptait 18 moulins; la province de Constantine, 20; la province d'Oran, 11. L'importance de ces moulins était très variable; les uns avaient coûté 50.000 francs d'installation, d'autres 4 à 5.000 francs. La force motrice était empruntée à des chutes d'eau. Le moulin Picot, établi en 1850 à Miliana, et le moulin Castelbon, à Fouka, étaient actionnés par le vent; beaucoup de ces usines avaient des manèges.

Le mouvement en faveur de l'Olivier était général; et, partout où la colonisation pénétrait après la pacification complète du pays, des efforts considérables étaient faits. En 1850, la Compagnie des Mines de Mouzaïa faisait greffer les nombreux Oliviers de sa concession par les soldats greffeurs du capitaine Bréauté, et aujourd'hui encore on trouve, dans cette région qui fut longtemps abandonnée après la fermeture des usines métallurgiques, des Oliviers donnant de bonnes olives et formant une véritable station d'essai où il sera possible de choisir les races qui se comportent le mieux. A Saint-Denis du Sig, dès 1852, 40.000 Oliviers étaient plantés. L'élan gagnait la population indigène, et, dans la région de Mascara, les Beni-Chougran, qui avaient dès 1844 reçu des maîtres-greffeurs envoyés par le général Bugeaud, greffaient 2.000 pieds par an avec l'aide des soldats. Le même travail s'effectuait dans la région de Sidi-bel-Abbès.

Après ce premier effort, qui est trop souvent méconnu, l'Algérie avait, en 1854, 23.000 hectares d'Oliviers en rapport, possédait 50 moulins européens, et arrivait à une production évaluée approximativement à 11 millions de litres d'huile, dont près de 3 millions étaient exportés. Les chiffres cités sont tirés d'un important mémoire de M. J. Duval et basés sur des renseignements officiels. Il paraît donc évident que, depuis 1854, l'oléiculture n'a fait en Algérie que des progrès assez lents; en 1894, le nombre des moulins européens était de 158; et, en 1899, de 195. Quant à la production, il est impossible de l'évaluer exactement avec les renseignements recueillis; elle doit être de 200.000 hectolitres au plus, dont 25.000 sont exportés.

En 1893, M. Bourde, directeur de l'Agriculture en Tunisie, adressait au Résident général un très remarquable Rapport sur la culture de l'Olivier dans le centre de la Tunisie. Ce travail, très documenté, fut un événement dans l'agriculture du Nord de l'Afrique. En Tunisie, l'élan fut considérable et

de très importantes plantations furent faites, notamment dans la région de Sfax¹.

Le Rapport de M. Bourde ne fut pas sans effet en Algérie, et bien des colons se sont de nouveau préoccupés des avantages que présente, dans certains sites, la culture de l'Olivier; beaucoup d'oléastres sont greffés tous les ans et des plantations sont faites dans les trois départements.

II. — LA RÉGION DE L'OLIVIER.

L'Olivier caractérise en Algérie une zone naturelle très étendue comprenant le littoral, les plaines qui y aboutissent, et reparaisant dans l'intérieur, quand l'altitude est inférieure à 900 mètres; dans les vallées qui descendent des massifs montagneux du Tell.

L'Olivier paraît se plaire à une altitude de 300 à 600 mètres. Des peuplements considérables d'Oliviers sont en pleine production; mais il est facile de constater que beaucoup de vides pourraient être comblés soit par des greffages, soit par de nouvelles plantations.

Toute la zone littorale n'est pas également propre à la culture de cet arbre.

Les grès de Numidie et les gneiss sont surtout boisés de chênes. Ce sont les alluvions des vallées et les formations marneuses ou calcaires qui sont occupées par les Oliviers; ces arbres s'avancent jusque dans le Sud, sur les versants de l'Aurès, à Batna, et dans la vallée de l'Oued Chabro, près de Tébessa. Les hautes plaines de Constantine, Sétif, Batna, Aïn Beïda sont trop élevées et froides pour l'Olivier, que l'on retrouve très abondant à Guelma, dans toute la vallée de la Seybouse, à Gastu et Jemmapes, à El Kantour, à Philippeville. Un petit peuplement s'observe dans le massif des Dréats, mais c'est dans la vallée de la Soummam et les vallées secondaires qui en dépendent que l'on retrouve les plus importantes plantations. On évalue à quatre millions et demi le nombre des Oliviers greffés dans ce département. Cette richesse est, en majeure, partie entre les mains des indigènes.

Dans le département de Constantine, la région de La Calle ne présente l'Olivier qu'à l'état épars, les arbres ne sont pas greffés; les fruits sont cependant récoltés par les indigènes, qui en fabriquent une huile de leur goût.

Dans le voisinage immédiat de la mer, comme dans les environs d'Alger et de Bougie, l'Olivier a à

¹ Voyez, à ce sujet : V^o DE L'ESPINASSE-LANGEAC : La culture de l'Olivier en Tunisie, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 décembre 1896, t. VII, p. 1105 et suiv.; — et LOUIS OLIVIER : Notes sur la Tunisie, dans la *Revue* du 15 juillet 1900, t. XI, p. 827 et suivantes.

subir les attaques de nombreux parasites: le ver de l'olive détruit une si grande partie de la récolte que les arbres greffés dès 1854 ont été en grande partie abandonnés. Les rendements en huile sont



Fig. 3. — *Adjeraz*.

aussi bien différents d'une contrée à l'autre et souvent à une faible distance. Le rendement en huile est beaucoup plus élevé à Relizane, Saint-Denis du Sig que dans les olivettes de la base de l'Atlas, dans la Mitidja. Quand 100 kilos d'olives donnent de 16 à 18 litres d'huile à Saint-Denis du Sig, on n'obtient que 14 litres dans le Sahel et dans la Mitidja. C'est un fait, du reste, bien connu que le rendement en huile augmente à mesure que l'on avance vers les régions les plus chaudes.

Dans le département d'Alger, la Kabylie est le centre principal de la culture de l'Olivier. La base des massifs qui bordent les vallées de la Mitidja et

du Chélif est le plus souvent peuplée d'Oliviers; cet arbre s'avance jusqu'à Médéa, remonte sur les rives des affluents du Chélif. On évalue à un million et demi le nombre des Oliviers greffés.

Dans le département d'Oran, la région de l'Olivier comprend toutes les plaines et les vallées, de la mer à la limite des steppes; Mostaganem est environné de peuplements considérables, Relizane et Saint-Denis du Sig sont remarquables par de très belles plantations en terres indigènes.

De Chougran à Mascara se trouvent aussi de nombreuses olivettes; mais Tlemcen est le centre le plus important: l'Olivier peuple le pays jusqu'à la frontière du Maroc d'un côté, et jusqu'à la mer de l'autre. La statistique accuse pour ce département 500.000 Oliviers greffés, appartenant, pour la plus grande partie, aux colons.

III. — LES VARIÉTÉS LOCALES DE L'OLIVIER.

Tous les auteurs qui ont écrit sur l'Olivier se sont trouvés aux prises avec la difficulté de la détermination des races locales et surtout de leur



Fig. 4. — *Bouchok*.

assimilation avec les variétés déjà décrites dans les autres contrées. Ce fait avait déjà frappé l'abbé Rozier qui, dans son Cours d'Agriculture, indiquait, il y a un siècle, le moyen de remédier à cette situation :

« Il y aurait un moyen sûr de parvenir à une

bonne classification de ces espèces jardinières de l'Olivier : il faudrait réunir dans un champ les principales variétés et les comparer, établir une synonymie sûre. Il est étonnant que les États de Provence et de Languedoc n'aient pas encore tenté cette opération.

« Sans une synonymie exacte, comment se faire entendre d'un bout de la province à l'autre? Dès lors, il faut se contenter d'écrire des généralités, et les généralités sont peu instructives.

« N'est-il pas singulier que, dans toutes les provinces du Royaume, on ait établi des pépinières d'Ormeaux, de Mûriers, de Peupliers, d'arbres fruitiers, tandis que, dans celles qui ont, par leur position, le privilège d'élever l'Olivier, l'Administration n'ait pas encore songé ou voulu en établir de semblable pour un arbre dont le produit cons-

réplique de la nécessité d'établir une nomenclature afin que les cultivateurs puissent s'entendre, savoir par l'expérience quelles sont les conditions qui



Fig. 6. — Grosse Aberkan des Beni-Aïdel.



Fig. 5. — Chemlal de l'Oued Aïssi.

titue un revenu qu'aucun autre canton du royaume ne peut lui enlever. Il faut donc conclure que les lumières que l'on a sur l'Olivier sont purement locales de village à village, et il n'y a point d'ensemble pour la généralité d'une région. Preuve sans

conviennent à chaque espèce. » Depuis, nous n'avons pas fait grand progrès. Les auteurs espagnols nous ont fait connaître leurs Oliviers, les Italiens en ont décrit aussi, la France n'est pas restée en retard : tout récemment, une nomenclature des Oliviers tunisiens a été établie; enfin, je m'efforce, depuis quelques années, de déterminer et de décrire nos races algériennes; mais ce travail est assez long.

Les déterminations, pour être rigoureuses, nécessitent des comparaisons; il faut donc constituer une collection vivante : c'est ce qui a été tenté récemment à la Station botanique de Rouïba.

Les variétés d'Oliviers cultivées en Algérie sont assez nombreuses; chaque région a ses formes particulières, et il est impossible de comparer ces Oliviers aux races connues dans les autres centres de culture de cet arbre. Les noms indigènes n'ont pas une grande fixité et des races très différentes ont une même dénomination. Il y a cependant lieu d'adopter la nomenclature indigène, qui seule permettra de retrouver facilement les variétés indiquées.

La difficulté de bien caractériser les variétés d'Oliviers ne doit pas conduire à nier leur existence ; ces races locales ont bien leur importance, et un travail complet qui mettra en lumière, avec les caractères morphologiques, les qualités propres à chaque forme, sera une œuvre des plus utiles pour la colonisation algérienne.

il est avantageusement remplacé par l'Adjeraz, qui est peu fertile dans la plaine.

Dans les plantations, il est donc très important de ne pas accueillir trop facilement les Oliviers dont on ne connaît pas bien les aptitudes à supporter les particularités du sol ou du climat.

Les Oliviers sont souvent, dans un but pratiqué



Fig. 7. — *Limli de Seddouk.*

Le tempérament de chaque race d'Olivier doit être bien connu quand on veut faire des plantations.

Certains Oliviers ne donnent pas de récoltes s'ils ne sont pas arrosés, d'autres aiment les alluvions des vallées et ne donnent rien dans les marnes. Le Chemlal, qui est si beau dans le fond de la vallée de l'Oued Sahel, jaunit et dépérit quand il est placé sur les versants du crétacé à Seddouk, où

divisés en deux sections : les Oliviers à gros fruits pour conserve ; les Oliviers à huile.

Jusqu'à ce jour, la culture des Oliviers pour conserve a été très limitée ; on prélève sur les grosses olives ce que la consommation locale exige.

Il y aurait cependant grand intérêt à cultiver, dans de bonnes conditions, les grosses olives qui existent déjà chez nous, mais à l'état de rareté ; il faudrait aussi introduire d'Espagne, de

Grèce et d'Asie Mineure, les belles olives à confire.

Les olives à huile sont nombreuses (fig. 3 à 9), et, bien que l'étude n'en soit pas achevée, on peut trouver déjà les éléments suffisants pour les plantations à faire :

Chemlal de Sfax.

Chemlal de Djerba.

Chemlal de Tebourba.

Limli de Seddouk (fig. 7).

Grosse Aberkan des Beni-Aidel (fig. 6).

Petite Aberkan de Seddouk.

Aaleth des Beni-bou-Melek (fig. 8).



Fig. 8. — *Aaleth des Beni-bou-Melek*

Adjeraz de Seddouk, Adjeraz des Beni-bou-Melek, grosse Adjeraz d'Al-Cherif, gros fruit pesant plus de 8 grammes (fig. 3).

Bouchok (fig. 4), *Chemlal de Kabylie, Chemlal grosse précoce de Tazmalt*, très belle variété très fertile.

Chemlal blanche d'Al-Cherif.

Petite Chemlal pendante.

Chemlal de l'Oued Aissi (fig. 5).

Bou hamar ou *Asqouart* de la région de Gouraya.

Azoubâï, fruit allongé Beni-bou-Melek.

Boudiss, se rapproche du Zeboudj, est cependant recolté, constitue un excellent porte-greffe.

Ardou, Beni-bou-Melek.

Mehiada, Beni-bou-Melek.

Ziza, Beni-bou-Melek.

Youn, Beni-bou-Melek.

Aberkan, région de Gouraya.
Arkani, petite noire.
Aabeche, Tizi-Ouzou.
Azilli, Tizi-Ouzou, forme à demi-sauvage, peu estimée.
Akerma, Akbou.
Bouicher, Akbou.
Tefah, olive forme pomme, 7 grammes (fig. 9).
Olive de Saint-Denis du Sig.
Olive rouge de Rio Salado, olive ronde, rouge cerise, en terre sèche.
Corni Gabra, olive longue courbe. Pandoulier de Provence.

IV. — CULTURE DE L'OLIVIER.

La culture de l'Olivier en Algérie est faite avec beaucoup de soins sur quelques points du territoire de colonisation; mais elle est très négligée dans la plus grande étendue du domaine de cet arbre.

Les anciennes olivettes présentent de nombreux vides que personne ne songe à combler, et, sur bien des points, aucune plantation, aucun greffage n'ont été effectués depuis des siècles. Les indigènes,

Fig. 9. — *Tefah*.

Olive de Mascara, olive régulière ovoïde, produit beaucoup.

Olive moyenne de Safsaf.

Olive petite de Bréa-Tlemcen.

Olive moyenne de Bréa.

Grosse olive de Bréa.

Olive de Gastu.

Olive du Hammua de Constantine, grosse, pour conserve.

En dehors des Oliviers que l'on peut considérer comme indigènes, on trouve dans les plantations quelques Oliviers introduits, tels que le *Pigale*, le *Pandoulier*, le *Rouget*.

qui détiennent la plus grande partie des Oliviers, se bornent à récolter, et laissent souvent l'Olivier sans soins. La récolte se fait à la ganle; l'arbre n'est pas soumis à la taille, ne reçoit aucune fumure et n'est même pas cultivé au pied.

Sur d'autres points, l'Olivier est mieux traité et est l'objet d'une véritable culture. Le sol est labouré, et les sillons, tracés horizontalement, permettent à l'eau des pluies d'imber le sol. L'eau de pluie est même amenée par des sillons dans une cuvette, au pied de l'arbre; mais on ne voit pas, comme en



Tunisie, de meska ou surface de réception des eaux de pluie destinées à être conduites dans les bas-fonds plantés en Oliviers.

On a de tout temps fait quelques cultures dans les olivettes. Les céréales y prospèrent, mais au détriment des Oliviers. En Tunisie, les ensemencements qui avaient envahi les olivettes sont interdits, et deux labours sont obligatoires.

Dans les régions qui reçoivent en hiver suffisamment d'eau la culture de la fève et de quelques autres Légumineuses ne peut qu'être conseillée.

Bien que l'Olivier s'accommode de terres pauvres en pays secs, il vient encore mieux dans les terres riches avec irrigation.

1. *Sol.*—L'Olivier occupe les sols les plus différents et prospère dans les gneiss des terrains primitifs de la Kabylie, dans les grès et dans les terres marneuses, dans les schistes, ou sur des calcaires travertineux. Les rende-

ments varient beaucoup suivant la nature du sol; le maximum est obtenu dans les terres très calcaires et les climats secs et chauds.

La multiplication de l'Olivier est facile; cependant, cet arbre est assez rare dans les pépinières et le prix en est resté élevé. Les semis sont rarement pratiqués, les races ne se conservant pas par ce moyen; les semis ne donnent cependant pas toujours des individus inutilisables. Aussi le bouturage est-il le procédé le plus employé; on bouture généralement des branches vigoureuses, coupées en fragments de 30 centimètres, qu'on plante droits

dans un sol bien préparé et bien arrosé l'été. Si le bois qui a fourni les boutures était très sain et très vigoureux, l'enracinement se fait très bien; si les boutures sont prises sur des arbres souffreteux, la reprise est très difficile. Si les boutures sont placées dans un sol bien défoncé et fumé, après trois ans elles forment un arbre bon à mettre en place et qui vaut 2 francs à 2 fr. 50.

En Tunisie, les Oliviers sont généralement franes

de pied et multipliés au moyen d'éclats détachés de la base renflée des vieux arbres. L'éclat est déposé au fond d'un trou de 60 centimètres de profondeur et de 50 de côté; on jette 25 centimètres de terre par-dessus.

Au printemps, les rejets se montrent et le trou se

comble naturellement. Ces plantations sont arrosées trois fois pendant les deux premiers étés. Ce procédé n'est pas employé en Algérie: quand les indigènes étendent leurs olivettes, c'est par la greffe sur les Oléastres; les Européens greffent

aussi ou plantent des arbres élevés en pépinière.

Les jeunes Oliviers de bouture bien soignés se développent assez rapidement. Nous avons vu, chez M. Bertrand, à l'Arba, de très beaux sujets non irrigués (fig. 10), qui, à la sixième année, donnaient une moyenne de 32 kilos d'olives par arbre.

2. *Greffage.* — Le greffage des Oléastres est, pour beaucoup de localités, le moyen le plus économique de propager l'Olivier; des versants boisés présentent l'Olivier sauvage en très grande abondance. Ailleurs, les sujets sont rares et réunis seu-



Fig. 10. — Olivier de 6 ans de bouture, chez M. Bertrand, à l'Arba.

lement dans les bas-fonds. Suivant les circonstances, les Oléastres se présentent très gros, très vigoureux, ou bien, au contraire, fortement endommagés, réduits à de vieilles souches donnant des rejets.

Les beaux Oliviers ont depuis longtemps attiré l'attention et, depuis cinquante ans, les colons en greffent un certain nombre.

Quand les arbres sont sains et bien constitués, on greffe en couronne sur les grosses branches.

En Algérie et en Tunisie, les indigènes pratiquent la greffe en écusson; pour cela, les Oléastres sont coupés à ras terre et, au printemps suivant, les trois ou quatre plus belles pousses sont greffées en écusson. Les Kabyles détachent les écussons en contournant le bourgeon, avec la pointe du greffoir; l'écorce est coupée perpendiculairement à la surface et conserve sur les bords toute son épaisseur; ils enlèvent ensuite l'écorce avec l'*wil* adhérent, sans se soucier du bois; il est rare que l'œil se vide; l'écusson est placé dans une incision en T et assez bas, les rameaux sont rabattus à mesure que le bourgeon se développe; trois ou quatre ans après le greffage, les jeunes Oliviers commencent à donner des fruits.

Chez M. Dufour, à Ighzer-Amokran, les Oléastres à greffer sont d'abord nettoyés, préparés et même

sevrés par l'amputation des racines autour du pied; ces sujets, greffés en écusson sur place, sont, l'année suivante, transplantés dans les olivettes en création (fig. 11).



Fig. — 11. *Olivier greffe sur souche d'Oléastre (6 ans), dans la propriété de M. Dufour, à Ighzer-Amokran, en Kabylie.*

que ces forêts denses d'Oliviers (fig. 12) sont d'un médiocre rapport; qu'au contraire, dans les mêmes terrains, les arbres isolés sont remarquablement fertiles.

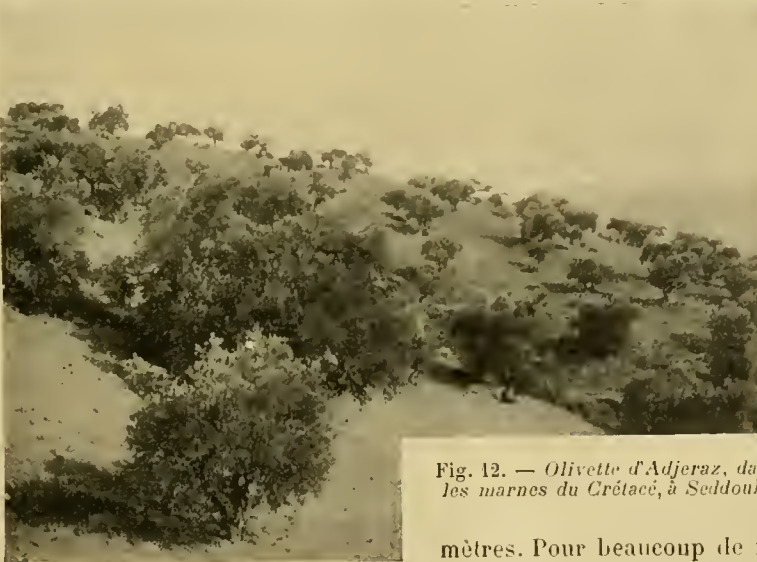


Fig. 12. — *Olivette d'Adjeraz, dans les marnes du Crétacé, à Seddouk.*

à 10 mètres dans des lignes distantes de 15 mètres. Pour beaucoup de raisons, il est utile que le terrain soit tenu très propre sous les Oliviers. Les arbres qui restent entourés de broussailles, comme cela arrive quelquefois, sont peu fertiles et sujets aux attaques de nombreux parasites, surtout du ver ou *Dacus*. La perméabilité du sol sous les Oliviers est nécessaire pour faciliter l'aération et aussi l'imbibition. Dans la Kabylie de Bougie, les indigènes labourent les Oliviers en tra-

3. *Plantation.* — Les anciennes plantations d'Oliviers sont très irrégulières: tantôt les arbres sont les uns sur les autres, formant une véritable forêt qui ne reçoit le jour que par le sommet des arbres; tantôt des vides importants se sont manifestés et les arbres sont isolés. Il est facile de constater, notamment dans la vallée de la Soummam,

Dans les sols non irrigables, 20 Oliviers à l'hectare paraissent suffisants; en terrain irrigué, on plante souvent 80 à 100 arbres; mais 66 paraissent devoir donner de meilleurs résultats; les arbres sont à 10 mètres dans des lignes distantes de 15

çant, autant que possible, des sillons horizontaux, qui retiennent les eaux de pluie; à Tlemcen et sur bien d'autres points, l'arbre est entouré d'une cuvette qui reçoit les eaux de pluie qui s'écouleraient dans les bas-fonds.

Ces cuvettes sont parfois disposées en V et peuvent, si elles sont bien entretenues, jouer un rôle considérable, car l'Olivier végète dans les régions à pluies peu abondantes, et cependant il ne craint pas les bonnes irrigations. Le terrain doit toujours être préparé pour retenir toute l'eau tombée et pour la conduire aux racines.

En Tunisie, dans les pays mamelonnés où il ne tombe pas plus de 250 millimètres de pluie par an, les Oliviers sont plantés dans les fonds, et les pentes des mamelons sont disposées pour recevoir l'eau, qui est conduite par de petits canaux au pied des

fourrage abondant, en même temps qu'une fumure.

4. *Fumure*. — Un kilo d'olives contient plus de 7 grammes de potasse, près de 3 grammes d'azote, et 1 gramme d'acide phosphorique; d'un autre côté, on sait que la potasse domine dans les bonnes terres à Olivier; à Sfax, d'après M. Bertainchand, les terres des olivettes contiennent 3 à 4 % de potasse. La potasse est donc l'élément principal que l'on doit s'efforcer de restituer à l'Olivier. Les *margines* ou *morges*, qui sont généralement sans emploi, contiennent la plus grande partie de potasse que l'Olivier a enlevée au sol; il est donc indiqué, quand cela est possible, de ramener ces liquides de déchet dans les olivettes avec les irrigations. On pourrait aussi les évaporer. Il ne faut pas



Fig. 13. — Plantation d'Oliviers, à Saint-Denis du Sig.

arbres. Cette surface de réception se nomme une *meska*; il est bien reconnu que les olivettes qui sont pourvues d'une *meska* donnent des rendements plus réguliers. Cette disposition a une très grande importance et devrait être imitée en Algérie sur bien des points où la culture de l'Olivier procurerait l'aisance, sinon la richesse.

C'est dans l'Oranie que l'on trouve les plus anciennes plantations d'Olivier à l'irrigation; à Saint-Denis du Sig, Relizane, elles sont en pleine prospérité (fig. 13) et s'étendent autant que la multiplication des Oliviers le permet.

Ces plantations sont faites de préférence en terre légère, à raison de 100 arbres à l'hectare. On donne, en temps ordinaire, au moins cinq irrigations; l'eau est amenée dans de larges cuvettes, au pied des arbres. Quand les hivers sont peu pluvieux, on donne deux irrigations en hiver et quatre en été; chaque irrigation est suivie d'un binage.

Certaines légumineuses comme les *Vigna*, *Soja*, *Mucuna* pourraient avec avantage être cultivées entre les lignes pendant l'été et donneraient un

perdre de vue que ce sont les sols calcaires qui produisent les fruits riches en huile et que l'huile des régions calcaires est de meilleure qualité.

L'usage des engrais verts peut rendre de grands services pour la fumure des Oliviers.

La fumure potassique et phosphorique sera appliquée à la légumineuse choisie, et la récolte enfouie en totalité ou en partie dans le sol. Sous les Oliviers, on peut, en hiver, suivant les conditions locales, cultiver la *trèfle d'Alexandrie*.

5. *Taille*. — La taille des Oliviers n'est faite méthodiquement que dans quelques cultures dirigées par des colons; elle consiste à éviter les arbres en gobelets. Chez les indigènes, souvent on ne pratique aucune taille, surtout dans les tribus qui récoltent au moyen du gaulage. Au contraire, dans les pays où les olives sont ramassées à la main, les femmes chargées de ce soin abattent tous les ans, à coups de hachette, un certain nombre de branches; elles cherchent surtout à donner à l'arbre une forme rendant la récolte plus facile.

En Tunisie, il existe des tailleurs qui, pendant longtemps, ont reçu comme rémunération le bois qu'ils abattaient. Aussi trouve-t-on souvent dans ce pays des arbres qui sont réduits par la taille à un véritable têtard. Des tailleurs brevetés ont été formés depuis l'Occupation et doivent seuls tailler les Oliviers.



Fig. 14. — *Cueillette des olives, en Kabylie.*

6. *Cueillette.* — La cueillette des olives commence dès octobre pour les olives vertes de conserve, qui sont vendues en assez grande quantité sur les marchés.

Ces olives doivent être cueillies très vertes; elles donnent dans ces conditions un bon produit.

On trouvera quelques difficultés pour acheter aux indigènes ces fruits cueillis avant maturité; il faudra probablement l'appât d'un prix élevé pour les décider à oublier un préjugé bien établi.

Ces olives sont destinées à la consommation familiale et arrivent rarement dans les conditions que requiert une bonne prépa-



Fig. 15. — *Jeunes Kabyles employées à la cueillette des olives.*

ration pour le commerce. Si l'industrie des conserves d'olive devait un jour s'établir en Algérie, une usine devrait être organisée sur les lieux de

production: pour le moment, les seules plantations d'Adjeraz de la région d'Akhou Seddouk, ou les olives de Saint-Denis-du-Sig, de Relizane, pourraient alimenter une usine.

Les olives pour l'huile sont cueillies de deux manières différentes: par le gaulage ou à la main. Le gaulage n'est facile que si les olives sont bien mûres; il a le grand inconvénient de briser beaucoup de brindilles qui devraient porter les olives l'année suivante. Dans les tribus plus laborieuses, qui ont plus de soin des Oliviers, la récolte est faite à la main; les Kabyles appellent cette opération: traire

les olives. Ce sont les femmes et les enfants qui se chargent de faire la récolte (fig. 14, 15, 16). Les olives sont portées dans des paniers en roseau et en brindilles d'Olivier.

Les olives cueillies peu avant maturité ont atteint trois degrés de maturité, qui sont indiqués par la couleur du fruit: les olives encore vertes donnent une

huile fruitée qui a une légère amertume et se conserve bien. Les olives violettes donnent une huile fine fruitée, généralement très appréciée et de con-

servation facile. Les olives noires donnent une huile très douce, mais plus sujette au rancissement. Il est très important, quand on recherche la qualité, de faire cueillir chaque variété d'olive suivant le degré de maturité qu'elle exige pour atteindre son maximum de rendement en quantité et en qualité. Les olives qui tombent et les olives piquées doivent être traitées séparément; non seulement leur rendement est inférieur, mais la qualité laisse beaucoup à désirer.

Depuis quelques années, une grande partie de la récolte est livrée aux moulins européens établis à la portée. Les olives sont alors vendues à la mesure ou au poids; la mesure est le double décalitre, qui, rempli normalement, doit peser 16 kilos. Parfois, l'acheteur exige une *chechia* qui s'élève aussi haut que possible au-dessus de la mesure.

Les prix varient beaucoup suivant les rendements et oscillent entre 5 et 11 francs les 100 kilos. Dans les cultures européennes, il faut prendre des ouvriers pour faire la récolte; le quintal d'olives, à Saint-Denis du Sig, coûte 1 fr. 25 à 1 fr. 50 de frais de récolte; ces frais de main-d'œuvre sont parfois considérables: ils atteignent 2 francs les 100 kilos; certains colons en sont effrayés et pensent que les frais de cueillette annulent les bénéfices réalisables avec les prix très bas des bonnes huiles d'olive. C'est aussi pour atténuer, autant que possible, ces dépenses que les grosses olives seront toujours recherchées pour les cultures irriguées et exploitées par les colons.

En Tunisie, en raison de l'impôt prélevé par l'État, la cueillette est faite à des époques réglées. Les Tunisiens ont adopté un procédé particulier, qui consiste à se garnir l'extrémité des doigts avec des cornes de chèvre et à peigner les rameaux avec la main ainsi armée; les olives tombent et sont ramassées dans des corbeilles.

Les olives cueillies pendant la saison froide se conservent assez bien, à condition de ne pas être mises en tas trop élevés, d'être étendues sur des planchers sous une épaisseur de 25 à 30 centimètres. Pendant ce temps, dans beaucoup d'usines,

elles sont soumises à une manipulation qui a pour but de séparer les feuilles apportées avec les fruits. Chez les indigènes, les olives sont souvent conservées pendant plusieurs mois avant d'être triturées et pressées. Dans quelques tribus, dès que les olives sont arrivées à la maison, elles sont plongées dans l'eau bouillante, puis étalées, et enfin mises en tas et recouvertes de feuilles et de branchages. Toutes ces olives ainsi conservées subissent des fermentations qui augmentent le goût du fruit et déterminent un rancissement qui est très recherché par les consommateurs indigènes. Les Kabyles sont convaincus que les olives ainsi traitées rendent plus d'huile que les olives fraî-

chement récoltées. D'après eux, cette maturation déterminerait l'augmentation du taux de l'huile et rendrait son extraction plus facile. La conservation des olives dans les usines est une question qui présente un certain intérêt. Le plus souvent, dans les moulins à l'huile, on cherche à éviter, autant que possible, l'encombrement causé par les livraisons, qui se font parfois d'une manière irrégulière.



Fig. 46. — Femmes kabyles portant les olives à une huilerie.

V. — EXTRACTION DE L'HUILE.

L'extraction de l'huile est la plus ancienne industrie du Nord de l'Afrique; même elle avait acquis, sous la domination romaine, un degré élevé de perfection, si l'on en juge par les vestiges que l'on retrouve dans toute la région de l'Olivier.

1. *Huileries romaines.* — Les huileries romaines différaient peu de nos huileries modernes; les bâtiments étaient parfois très grands et faits avec un véritable luxe, comme l'huilerie de Bir Oum Ali près de Tébessa. Les Romains employaient au détritage des olives des meules qui permettaient d'écraser la pulpe et le noyau ou la pulpe seule. Le premier modèle était le plus fréquent; il est toujours en usage. Le moulin qui n'écrasait que la pulpe était plus rare; il en existe un (fig. 17), assez bien conservé, à Tipaza, dans la propriété Trémaux; il se compose d'une grande vasque en pierre du pays portant, au milieu, une colonnette; sur

cette partie était fixé le pivot sur lequel était appuyée une barre en bois qui traversait les deux meules ainsi suspendues. Les olives étaient dé-pulpées et broyées sans que la pression fût assez forte pour écraser les noyaux. Ces moulins portaient le nom de *Trapetum*. Le trapète était évidemment destiné à la préparation de l'huile fine, car les Anciens savaient déjà que l'huile des olives dé-pulpées était supérieure. Les meules roulaient sur les olives et écrasaient la pulpe et le noyau, comme cela se pratique encore de nos jours. Les Anciens avaient encore d'autres types de moulins, entre autres le *Tudicula*, qui était formé d'un cône de pierre sur lequel roulait une

meule qui s'emboîlait. Les pressoirs étaient généralement constitués par deux poteaux verticaux entre lesquels s'engageait une longue poutre (*lingula*) faisant levier; au-devant, sur une dalle munie d'une rigole circulaire, étaient placés les *cabas* (*fiscine olearia*). Ces fiscines étaient rem-

que l'on retrouve partout et qui sont encore en usage dans la région méditerranéenne.

Des vestiges nombreux de l'industrie ancienne des huiles, on peut conclure que l'extraction se faisait avec beaucoup de soin, et surtout que les Anciens ont opéré sur de grandes quantités.



Fig. 17. — *Trapetum romain*, à Tripaza.

2. *Huileries des indigènes actuels.* — Chez les indigènes, la fabrication de l'huile est la plus importante industrie; l'outillage est parfois très rudimentaire. Dans le cercle de La Calle, les olives sauvages en forêt sont recueillies et traitées par l'eau chaude, puis écrasées; l'huile qui surnage est recueillie. Des procédés plus compliqués

sont en usage dans le pays où l'Olivier est cultivé; cependant, toutes les manipulations des indigènes sont défectueuses, car elles tendent à obtenir une huile rance qu'ils aiment, mais qui est d'une valeur très inférieure pour le commerce, qui la paie 50 % moins que les huiles de mêmes olives faites par les procédés modernes.

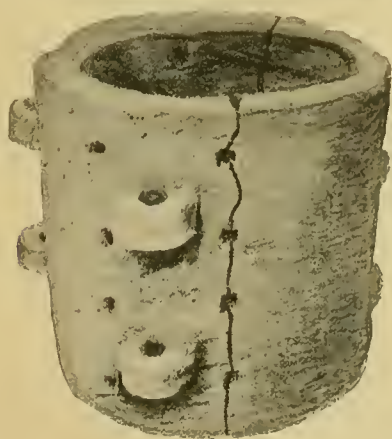


Fig. 18. — *Claie d'un pressoir à huile de l'époque romaine*, à Thala (Tunisie).

placées par de véritables claires en pierre comme celle de Thala (fig. 18), trouvée en Tunisie; l'extrémité du levier devait être abaissée au moyen d'un treuil ou d'une vis.

Les liquides s'écoulaient du pressoir dans des bassins placés en avant; là devaient s'opérer la décantation et la séparation des margines. L'huile était ensuite reçue dans de grandes jarres (fig. 19),



Fig. 19. — *Jarre à huile (époque romaine)*.

Chez les Kabyles de la région de Tizi-Ouzou, on extrait encore l'huile suivant les anciennes traditions dans toutes les tribus; mais, cependant, la plus grande partie des olives est portée chez des industriels français qui préparent une huile très recherchée. Dans les tribus moins bien outillées, les femmes sont presque uniquement chargées de la préparation de l'huile.

A mesure que les olives rentrent, elles sont soumises à l'ébullition, puis mises en tas. Après une quinzaine de jours, ces olives ont perdu une partie de leur eau : elles sont séchées, puis réduites en pâte par le piétinement. Ces opérations se font souvent sur des surfaces rocheuses creusées de trous (fig. 20). La pâte laisse suinter l'huile, qui est recueillie; on place aussi la pâte dans des vases percés de trous par où l'huile s'écoule lentement.

Quand la pâte a été ainsi triturée plusieurs fois, elle est portée à la rivière, où elle est traitée par l'eau froide dans de petits bassins dits *ahadoun*. L'eau est détournée du ruisseau par une *segua*, qui remplit le bassin; la pâte d'olive, apportée dans des jarres et des plats, est délayée dans l'eau; pour cela, les femmes, troussees jusqu'au dessus des genoux, foulent la pulpe

avec les pieds (fig. 21); pour achever la mise en suspension, l'eau est vivement agitée au moyen d'un petit bâton (*thisrouitt*). L'écume qui se produit alors à

la surface (*thachelabots*) contient l'huile abandonnée par la pulpe; elle est recueillie dans un vase spécial; cette opération est recommencée tant que l'écume est grasse; puis l'*ahadoun* est ouvert et souvent le liquide est entraîné dans un bassin

plus grand qui reçoit les résidus de tous les *ahadoun* particuliers. Ce bassin appartient à la communauté.

L'huile obtenue dans les bassins est très forte et de qualité inférieure.

Les olives sont aussi écrasées sur un rocher plan, au moyen d'une pierre que deux femmes poussent alternativement (fig. 22 et 23); ce mouvement

écrase les olives et forme bientôt une pulpe huileuse.

Dans beaucoup de tribus, cette pierre (*aberrai*) est remplacée par une grande meule qui tourne (*ar'aret*) dans une cuvette en maçonnerie. Cette meule est traversée par une longue perche qui aboutit à un arbre vertical, situé au centre de la cuvette et muni d'un pivot en fer roulant dans une erapaudine; l'extrémité supérieure est maintenue par une traverse en bois posée sur deux montants; souvent, c'est un mulet ou un bœuf qui est attelé à ce manège, mais on y voit aussi des femmes.

Lorsque les olives sont réduites en pâte, on en remplit des escourtins d'alfa (*thisenathim*) qui sont empilés sur la table d'un pressoir en bois. Les grignons sont ensuite traités à la rivière dans l'*ahadoun*. Cette installation est celle qui existait dans la Provence au Moyen-Age.



Fig. 20. — Trous dans la roche pour la trituration des olives, en Kabylie.



Fig. 21. — Extraction de l'huile par l'eau froide dans des trous (*Ahadoun*), en Kabylie.

3. *Moulins des Européens.* — Partout où l'Olivier est abondant, on trouve des moulins modernes avec un outillage perfectionné permettant de traiter rapidement les olives à mesure qu'elles arrivent. Les olives sont achetées aux indigènes, souvent

à la mesure, qui est le double décalitre, qui, bien coiffé, représente 16 kilos et est payé des prix très variables; suivant l'abondance du produit, la maturité, la teneur en huile, les prix oscillent entre 3 et 11 francs les 100 kilos.

Les moulins sont assez nombreux pour que les indigènes puissent trouver, dans les achats, une certaine concurrence qui leur est avantageuse. Ils

savent du reste très bien qu'en dehors de l'huile dont ils ont besoin pour leur propre consommation, ils ont intérêt à ne pas fabriquer, puisque, pour la vente, leur huile ne vaut pas celle qui est obtenue par les moulins modernes, qui est vendue toujours 50 % plus cher, et est demandée de plus en plus.

En Tunisie, aucune usine ne dépulpe les olives. Un industriel qui procède au dénoyautage, M. Epinal, à Melhia, a obtenu 130 francs des huiles au dépulpeur, tandis que ses huiles de fabrication courante ne se vendaient que 90 fr. Il y aurait donc à

faire quelques essais pour obtenir une plus-value très sensible. Les grandes usines marchent à la

vapeur et ont un assez grand débit qui permet d'éviter l'encombrement et la fermentation des olives. Aussitôt livrées, les olives sont soumises au triage; les feuilles, toujours très nombreuses, sont enlevées; c'est une bonne précaution, car la feuille triturée avec l'olive lui communique une saveur désagréable, une grande amertume.

Aucune huilerie algérienne ne peut être comparée à quelques grandes usines de Tunisie; cependant, d'importants progrès ont été réalisés dans ces dernières années, et il est maintenant bien établi

que les olives peuvent, en Algérie, donner des huiles très fines, si toutes les minutieuses précautions sont prises pour la fabrication.



Fig. 22. — Meule, en Kabylie.

fussent réalisés dans les appareils en usage.

La filtration débarrasse les huiles d'impuretés

qui contribuent au rancissement. Les grignons sont parfois vendus à Marseille au degré; ils sont utilisés pour la nourriture des pores ou même comme combustibles. L'extraction de l'huile au sulfure de carbone n'est installée nulle part en Algérie. Les margines sont sans emploi et jetées. Cependant, M. Bertainhand a récemment ap-



Fig. 23. — Meule, en Kabylie.

pelé l'attention sur la composition de ce liquide, qui est riche en matières minérales: 1 litre donne 24 grammes de cendre contenant plus de 12 grammes de potasse. Les margines peuvent donc être

assimilées aux vinasses des distilleries. Par évaporation et calcination, on a obtenu à Tunis un salin d'une valeur de 22 à 23 francs les 100 kilos. La potasse retirée des margines pourrait être utilisée sur place à la préparation des savons, les autres résidus constituant des engrais.

VI. — RENDEMENTS.

Il est difficile d'évaluer le rendement de l'Olivier; cet arbre est susceptible de se montrer d'une fertilité extraordinaire: il peut aussi, dans des conditions moins avantageuses, rester à peu près sans rapport. Ce n'est que vers la sixième année que l'Olivier commence à rapporter; à Sfax, d'après M. Bourde, l'Olivier ne donnerait à cet âge que 2 ou 3 litres d'olives. Chez M. Bertrand, à l'Arba, j'ai vu une plantation de six ans dans de bonnes conditions, mais non irriguée, donner 32 kilos d'olives par arbre, ce qui représente, à 100 arbres à l'hectare, un rendement de 448 litres d'huile.

Des Oliviers, greffés par M. Dufour à Ighzer Amokran, dans des pentes assez rocailleuses, rendent, à six ans, 6 kilos d'olives; à dix ans, 20 kilos.

Dans les olivettes de Saint-Denis-du Sig, on obtient, d'après M. Deloupy, à six ans, 20 kilos; à dix ans, 40 kilos, à vingt ans, 80 kilos, ce qui représente, dans cette région, un rendement en huile de 160 litres, 640 litres, 1.280 litres à l'hectare. Il faut se rappeler aussi que l'Olivier saisonne et qu'on ne peut pas compter tous les ans sur ce rendement.

Il paraît évident que, pour l'Olivier, comme pour beaucoup d'autres plantes de nos cultures, les rendements peuvent devenir très élevés quand on arrive à réaliser toutes les meilleures conditions quant au choix du sol, à la variété, et au mode de culture. Il est aussi certain que l'Olivier, tout en étant l'arbre des terrains secs, donne des produits abondants surtout quand on lui fournit un peu d'eau.

L'arbre ne porte pas régulièrement ses fruits: il saisonne; une bonne année est généralement suivie d'une médiocre et d'une mauvaise, si bien qu'on ne compte qu'une bonne récolte et demie en trois ans. La taille bien conduite, les labours fréquents, les irrigations ont pour effet de régulariser la production. La valeur des olives varie plus encore que la quantité; on ne tient compte, pour l'apprécier, que du rendement en huile. Ce rendement varie de 8 à 20 %. La moyenne obtenue généralement est de 12 à 15 %, c'est-à-dire 13 à 16 litres d'huile pour 100 kilos d'olives.

Le tourteau pressé ou grignon, qui représente à peu près la moitié du poids des olives, contient encore 10 % d'huile.

Il serait intéressant de pouvoir apprécier rapidement la quantité d'huile contenue dans les olives. Une méthode sûre et rapide d'appréciation réglerait les achats faits dans les usines. J'ai essayé de prendre la densité des olives, qui est très variable, et d'établir une relation entre cette densité et la quantité d'huile. Je ne peux pas, sans les avoir vérifiés plusieurs fois, donner des chiffres précis; mais on peut, je le crois, admettre que, moins une olive est dense, plus elle contient d'huile. Pour apprécier cette densité, il suffit d'avoir des éprouvettes contenant, les unes de l'eau pure, les autres de l'eau avec un sel qui augmente la densité. J'ai employé le nitrate de soude; la densité du liquide est facile à prendre au moyen d'un densimètre; quand les olives restent à peu près en équilibre, c'est qu'elles ont la même densité. J'ai noté comme densité extrême 1,145 pour une petite Chemlal, et j'ai trouvé dans les Beni-bou-Melek des olives moins denses que l'eau.

Des analyses d'olives ont été faites avec beaucoup de soin en Tunisie par M. Bertainchand, directeur de la Station Agronomique. De ces analyses il résulte que les olives de quelques variétés ne contiennent que 7 % d'huile dans leur pulpe, tandis que les bonnes races, comme le Chemlal de Sfax, Nab Djemel, donnent à l'analyse jusqu'à 30 % d'huile.

Les olives des régions chaudes sont plus riches: le rendement est plus considérable dans le Chélif que dans la Mitidja.

VII. — HUILE.

L'huile algérienne fut longtemps connue surtout par l'huile kabyle, fabriquée, comme nous l'avons vu, par une population qui recherche l'huile forte et qui va jusqu'à conserver des levains de margine rance d'une année à l'autre.

Les usines modernes ont beaucoup amélioré la réputation des huiles d'Afrique, mais il reste encore beaucoup à faire pour obtenir des produits aussi fins qu'en Provence et qu'en certaines contrées de l'Italie où la fabrication est très soignée. Les dégustateurs d'huile d'olive reconnaissent aux huiles certains caractères importants, qui sont: le goût, l'odeur, la couleur, la pâte.

Le goût est doux généralement, et souvent d'une manière très nette; mais il y a aussi des échantillons amers; cette amertume peut tenir à un défaut de maturité, à un mélange de feuilles. L'odeur a une importance assez grande et se confond avec le goût; la rancidité se manifeste par une mauvaise odeur.

Pour obtenir des huiles n'ayant pas d'odeur, il faut beaucoup de précautions dans le triage des

olives et dans toutes les manipulations, l'huile fixant avec la plus grande facilité les parfums développés par les moisissures ou toute fermentation complexe. La filtration faite le plus tôt possible est une bonne précaution contre les odeurs susceptibles de provenir des liquides aqueux restant en contact avec l'huile.

La couleur est très variable et les consommateurs ont des goûts différents. Les huiles vert clair sont généralement peu recherchées : on préfère les huiles ambrées ; avec certaines variétés de Chemlal, on obtient, dans la vallée de la Soummam, des huiles blanches très remarquables.

La limpidité est obtenue par des décantations et filtrations ; c'est une qualité trop souvent négligée.

La pâte désigne l'impression onctueuse, visqueuse, que laisse dans la bouche une huile dégustée ; on dit aussi qu'une huile est grasse quand elle a de la pâte.

Les huiles surfines, devant être consommées sans coupage, ne doivent pas avoir de pâte ; les huiles de Chemlal sont dans ce cas. Mais la pâte est quelquefois recherchée par le commerce pour faire des coupages ; l'huile grasse d'Adjeraz convient pour améliorer les huiles de coton démarginées, si abondantes sur le marché.

En dehors de ces caractères, on trouve, dans les huiles comme dans les vins, des crus. La nature des terrains, la variété cultivée, le mode de fabrication et de conservation jouent alors un rôle prépondérant. La densité des huiles d'olive algériennes varie de 0,917 à 0,915, à 15°.

La détermination et le dosage des acides gras des huiles algériennes n'ont pas encore été faits avec le même soin et la même précision qu'en Tunisie ; mais il est déjà évident que les huiles algériennes contiennent, comme les huiles tunisiennes, peut-être à un degré moindre, une assez forte proportion d'acides gras concrets, qui explique une tendance exagérée à se solidifier sous l'influence des basses températures. En général, la solidification de l'huile d'olive ne se produit qu'entre 0° et + 4° ; les huiles algériennes se figent parfois à une température plus élevée. Certaines variétés d'olives donnent des huiles plus margarinées, et il y aurait intérêt à déterminer pour chaque variété le taux des acides gras concrets. L'acidité des huiles est parfois assez élevée, mais c'est là un résultat dû à une mauvaise conservation. On évite l'acidité par une fabrication rapide et soignée et par la filtration faite aussitôt que possible.

Les huiles d'olive sont classées en deux catégories : les huiles comestibles et les huiles industrielles, mais chacun de ces groupes se subdivise. Les huiles comestibles sont loin d'avoir la même valeur : Les huiles de première pression sont dites

« huiles vierges », surfine et fine, et vendues de 120 à 140 francs. Les huiles de deuxième pression sont : mi-fine, ordinaire, mangeable, kabyle, et se vendent de 80 à 100 francs. Les huiles industrielles ou lampantes sont, en grande partie, produites par les indigènes et proviennent d'une mauvaise fabrication ; le mauvais goût provient de la fermentation des olives et du rancissement ; elles peuvent devenir très fortement acides et conviennent alors très bien pour la savonnerie ; elles valent encore de 70 à 80 francs.

Les huiles de *ressence*, d'*enfer*, de *crasse*, sont utilisées par les industries et valent 50 francs, mais les grignons ne sont pas traités par le sulfure, et une importante part de la matière grasse des olives est perdue, car les grignons sont peu utilisés pour l'alimentation des animaux : l'huile de pulpe, obtenue par le traitement au sulfure, n'est pas acide et est très propre au graissage des machines.

La production de cette huile tend à se généraliser dans le pays de l'Olivier ; il est à désirer que les industriels algériens examinent les avantages que cette nouvelle manipulation pourrait leur donner. Un certain nombre vendent leurs grignons au degré ; le prix est généralement 0 fr. 30 le degré.

VIII. — COMMERCE.

L'Algérie est loin de produire la quantité d'huile nécessaire à sa consommation ; plus de 120.000 hectos d'huile de graines y sont importés tous les ans et consommés par une population qui, à prix égal ou peu supérieur, préférerait l'huile d'olive.

Les meilleures huiles produites dans les principaux centres oléicoles sont exportées, mais 12.000 hectos sur une production de 200.000 représentent encore une faible exportation.

Les pays producteurs de l'huile d'olive versent annuellement dans la consommation environ 8 millions d'hectos d'huile ; 7 millions d'hectos sont consommés dans les régions productrices et 1 million d'hectos environ exportés dans les contrées dépourvues d'Oliviers. Cette proportion est encore faible, et il est probable que la facilité croissante des relations commerciales étendra, dans de notables proportions, les transactions sur cette marchandise.

La France importe plus de 250.000 hectos, qu'elle achète en Italie (100.000 hectos), en Espagne (55.000 hectos) et, depuis quelques années, en Tunisie (100.000 hectos). La production totale de l'huile d'olive est assez limitée et, à mesure que les bons procédés de fabrication démontreront de plus en plus que l'huile d'olive est la plus fine et la plus comestible de toutes les huiles, la consommation augmentera.

Les pays étrangers qui importent le plus d'huile d'olive sont : la Grande-Bretagne, la Russie et les Amériques du Nord et du Sud.

L'Angleterre importe près de 200.000 hectos d'huile d'olive provenant, en grande partie, d'Italie et de Turquie; ces huiles ne sont soumises à aucun droit. Les Anglais recherchent les huiles fines et douces sans goût marqué de fruit; aussi les bonnes marques de l'Algérie trouveraient-elles certainement un débouché en Angleterre si elles y étaient mieux connues.

Les États-Unis importent près de 50.000 hectos d'huile d'olive; ce produit y est très apprécié. La Californie plante beaucoup d'Oliviers, mais fait surtout des olives de conserve, dont la vente est plus rémunératrice; les droits d'entrée sont de 55 francs l'hecto.

L'Amérique du Sud consomme environ 70.000 hectos; les huiles fruitées y sont le plus souvent recherchées. Le Mexique, l'Uruguay ont fait des plantations. L'huile de colon est partout entrée dans la consommation courante.

IX. — MESURES PROPRES A ASSURER L'EXTENSION DE LA CULTURE DE L'OLIVIER.

Depuis longtemps, les meilleurs amis de la colonie donnent le conseil d'étendre la culture des Oliviers; mais ce bon conseil n'est pas toujours suivi avec empressement, parce que cette culture réclame du temps et des capitaux. C'est avec le concours de l'élément indigène qu'elle a pris tant d'extension depuis quelques années en Tunisie, sous l'impulsion donnée par M. Bourde, alors directeur de l'Agriculture. En Algérie, c'est aussi par les indigènes qu'elle peut récupérer son ancienne prépondérance.

Dans les olivettes actuellement en rapport, il existe des vides qui ne sont jamais réparés. Les arbres sont séculaires; il est très rare d'en trouver qui aient été plantés récemment.

Il serait facile de favoriser la reconstitution des olivettes par la création de pépinières à portée des régions à repeupler; si l'Administration délivrait des Oliviers bons à planter, les Kabyles creuseraient facilement les trous et mèneraient à bien les nouvelles plantations qu'ils ne manqueraient pas de faire. Ces pépinières pourraient facilement être dirigées par le Service forestier, qui poursuivrait ainsi une œuvre de reboisement vraiment utile. Souvent les jeunes sujets pourraient être greffés en forêt et livrés ensuite aux tribus avoisinantes,

qui n'auraient qu'à arracher et à opérer le transport. Un vœu dans ce sens fut adopté par le Conseil supérieur en 1899. Depuis 1900, des primes sont promises aux agriculteurs qui auront créé des olivettes. La prime allouée par arbre ne pourra dépasser 1 franc, et la prime totale pour la même personne ne dépassera pas 500 francs. Une Commission spéciale sera chargée de vérifier la valeur des plantations effectuées, et, lorsqu'elles seront en rapport, fera des propositions. Ce système, qui assure un remboursement de 1 franc par Olivier, pourrait être très onéreux pour l'État, si tous les planteurs qui jusqu'ici ne demandaient rien, visaient maintenant la prime promise; mais il a le grave inconvénient de ne constituer qu'un remboursement, alors que généralement le colon a plutôt besoin d'avance. La pépinière régionale délivrant, gratuitement ou à bas prix, des sujets bien adaptés à la région, provoquerait certainement plus de plantations que la promesse d'une prime à percevoir au moment où l'arbre entre en rapport et doit rembourser par ses produits les dépenses faites.

M. Marès, professeur départemental d'Alger, a organisé à Orléansville une pépinière d'Oliviers qui est appelée à rendre de grands services dans cette région.

Chez l'indigène, l'Olivier, quel que soit le prix de vente, donne toujours des bénéfices et lui assure un élément important de sa nourriture; c'est pour ce motif qu'il n'a aucune crainte à avoir, ni de méventes ni de surproduction.

Chez le colon, les conditions sont un peu différentes, car il doit payer des frais de main-d'œuvre qui augmentent sensiblement le prix de revient des olives récoltées; aussi ne peut-il les vendre, sans perte, au-dessous de 11 francs les 100 kilos, ce qui porte le prix de l'huile à 90 francs.

L'indigène peut facilement s'accommoder de toutes les fluctuations du marché, et il fait le plus souvent de l'huile défectueuse, qu'il ne vend que 50 à 70 fr.

Il semble donc que, dans l'état actuel du marché, l'indigène doive toujours planter: les olives lui seront toujours achetées par les moulins européens à un prix en rapport avec la valeur des huiles.

L'Algérie importe plus de 12 millions de litres d'huile pour sa consommation; elle devra, par l'augmentation de sa production, faire face à ce besoin.

D^r Trabut.

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

LES GAZ ENVISAGÉS COMME DIÉLECTRIQUES

Dès l'origine de la science électrique, les gaz ont été caractérisés comme des isolants parfaits. Cependant, les premiers électriciens savaient que l'air se laisse traverser par des décharges électriques. Ces premières notions ne se sont précisées que très lentement, et l'étude vraiment scientifique des lois de l'isolement par les gaz est encore extrêmement imparfaite. C'est ce qui résultera d'une étude rapide dans laquelle nous nous proposons de résumer l'état actuel de nos connaissances sur ces sujets délicats.

I. — ÉTUDE DU POUVOIR DIÉLECTRIQUE.

La première étude systématique de l'isolement par l'air est due à Coulomb, dont les travaux sur la déperdition de l'électricité sont longtemps demeurés classiques.

Coulomb ne considérait pas l'air comme un isolateur absolu. « L'air, dit-il, peut être regardé comme composé d'une infinité d'éléments en partie diélectriques, en partie conducteurs... Chaque molécule de l'air qui touche un corps électrisé se charge de l'électricité de ce corps plus ou moins rapidement, suivant que la densité électrique du corps est plus ou moins grande et que l'air est plus ou moins chargé d'humidité ou de parties conductrices de l'électricité; dès l'instant qu'une molécule de l'air est chargée d'électricité, elle est chassée du corps électrisé et remplacée par une autre qui s'électrise et est chassée à son tour; chacune de ces molécules emportant une partie de l'électricité du corps qu'elles enveloppent, la densité électrique diminue plus ou moins rapidement suivant l'état de l'atmosphère. »

Les expériences récentes ont profondément modifiée cette manière de voir de Coulomb. MM. Warburg, Nahrwold ont prouvé que l'air plus ou moins humide, mais bien dépouillé de toute trace de poussière, isole d'une manière parfaite, tout au moins tant que la densité électrique à la surface des corps isolés n'atteint pas une valeur trop considérable. Dans les conditions ordinaires, *les poussières seules* jouent le rôle des petits conducteurs envisagés par Coulomb.

On n'a d'abord songé à établir, entre les corps isolants, d'autre distinction que celle qui résulterait d'une conductivité plus ou moins imparfaite assignée à ces corps. Faraday, devancé, à son insu, par le génie inventif de Cavendish, introduisit dans la Science la notion nouvelle de *pouvoir inducteur spécifique* ou *pouvoir diélectrique*. La

charge d'un condensateur dépend essentiellement de la nature du corps isolant qui sépare les armatures. Si ce corps est de la benzine, le condensateur se chargera 2, 3 fois plus que si c'est de l'air. Si c'est du mica, il se chargera 8 fois plus, etc. On nomme habituellement *constante diélectrique* d'un corps le rapport de la charge d'un condensateur dont la lame isolante est constituée par ce corps, à la charge que prendrait, dans les mêmes conditions, un condensateur identique, à cela près que la lame isolante serait remplacée par un vide parfait entre les armatures. Cette constante sert de mesure au pouvoir diélectrique.

Faraday ne manqua pas d'essayer de caractériser les gaz par leur constante diélectrique espérant trouver, dans ce cas, des résultats d'une grande simplicité, tandis que les isolants liquides ou solides ne fournissaient que des résultats compliqués, parfois même incohérents. Il ne put cependant arriver à différencier les gaz sous ce rapport. L'air sec ou humide, à haute ou à basse pression, les gaz les plus divers, lui parurent identiques au point de vue de la charge des condensateurs. C'est qu'en réalité les constantes diélectriques des gaz sont extrêmement voisines de l'unité. Les différences qu'il s'agissait de manifester étaient très inférieures à la limite des erreurs expérimentales dans les conditions où opérait Faraday.

Les mesures ne devinrent possibles que le jour où Maxwell, guidé par les idées mêmes de Faraday, eut jeté les fondements de la théorie électromagnétique de la lumière. On sait que, d'après cette théorie, la constante diélectrique K d'un isolant doit être égale au carré de son indice de réfraction n . Or, l'indice de réfraction de l'air à la pression atmosphérique est, d'après M. Mascart, égal à 1,0002927, c'est-à-dire ne diffère de l'unité que de moins de un trois millièmes. Son carré, 1,0005863, et par conséquent la constante diélectrique de l'air à la pression atmosphérique, égale à ce carré, ne différera de l'unité que de un peu plus de un demi-millième. On voit donc que pour manifester l'influence de l'air sur la charge d'un condensateur, il faudra pousser au delà du dix millièmes la précision de mesures électrostatiques, ce qui constitue une très grosse difficulté.

M. Boltzmann, en Autriche; MM. Ayrton et Perry, au Japon, parvinrent à peu près simultanément et d'une manière indépendante, à en triompher et à manifester les différences qui avaient échappé à Faraday. Les expériences de M. Boltz-

mann, réalisées en 1875, resteront comme un modèle classique de ce genre de mesures délicates. Elles ont été complétées depuis par M. Klemenčič et par M. Lebedew, qui ont aussi étudié un certain nombre de vapeurs.

Toutes ces expériences, exécutées par des méthodes variées, ont cela de commun qu'on doit réaliser, à l'aide d'un même appareil, une mesure différentielle très délicate, la mesure de la variation de charge d'un condensateur à lame gazeuse quand on fait varier la pression du gaz, et la mesure absolue de la charge principale de ce condensateur, plusieurs milliers de fois supérieure à cette variation. On tourne la difficulté en mesurant non la charge du condensateur elle-même, mais une partie alicote bien déterminée de cette charge, par exemple son trois-centième. Les causes d'erreur, qu'on est habitué à considérer comme tout à fait négligeables, prennent ici une importance considérable et masqueraient entièrement le phénomène principal, si l'on ne soumettait les plus minimes détails des expériences à une critique rigoureuse.

En ce qui concerne les résultats obtenus, on peut dire que la loi de Maxwell s'applique exactement aux gaz communs : hydrogène, oxygène, anhydride carbonique, etc. La vérification se fait au degré même de précision des expériences.

Il n'en est pas de même pour la plupart des vapeurs étudiées. La constante diélectrique de la vapeur se montre, en général, supérieure au carré de l'indice, et cela d'autant plus que la loi de Maxwell s'applique plus mal au liquide correspondant. Aucune formule empirique connue ne permet, d'ailleurs, de calculer *a priori* la constante diélectrique de la vapeur en fonction de la constante diélectrique du liquide.

On doit à M. Lang une observation fort curieuse. Le quotient $\frac{k-1}{s}$, où s désigne la somme des valences des atomes contenus dans la molécule, possède, pour les gaz communs, une valeur sensiblement constante. Cette somme de valences est 2 pour l'hydrogène, 4 pour l'oxygène, 8 pour l'anhydride carbonique; et, en effet, l'excès de la constante diélectrique sur l'unité est 2 fois plus grand pour l'oxygène, 4 fois plus grand pour l'anhydride carbonique que pour l'hydrogène. Malheureusement cette relation si curieuse ne se maintient plus pour les vapeurs.

Si nous ajoutons qu'on n'a étudié les constantes diélectriques des gaz ni à des températures un peu éloignées de la température ordinaire, ni aux pressions élevées, ni aux pressions très basses des tubes de Crookes, on sera forcé de reconnaître que ce qui est fait, au point de vue expérimental, est

peu de chose par rapport à ce qui reste à faire.

Au point de vue théorique, on est, s'il se peut, encore moins avancé.

Deux théories bien différentes ont été proposées pour expliquer la propriété fondamentale des diélectriques.

La première et la plus ancienne, proposée par Mossotti et développée par Clausius, est pour ainsi dire calquée sur la théorie du magnétisme imaginée par Poisson. Elle consiste à supposer les diélectriques formés de deux sortes de molécules ou d'éléments, les uns parfaitement inertes au point de vue électrique, les autres conducteurs. Tous ces petits conducteurs, englobés comme dans un ciment non conducteur, subissent, chacun pour son compte, l'influence du champ électrique, et l'on comprend, sans qu'il soit nécessaire de faire usage du calcul, qu'au point de vue de ses actions extérieures, une masse ainsi constituée se comportera à peu près comme le ferait un conducteur de même forme et de volume plus petit. Introduite entre les plateaux d'un condensateur, elle provoquera une augmentation de la capacité électrique, et sera d'autant plus efficace à cet égard que le volume des éléments conducteurs formera une fraction plus grande du volume total.

Sans doute l'on arrive ainsi à se rendre compte, tout au moins d'une façon grossière et approximative, des principales propriétés des diélectriques liquides ou solides. Mais cette théorie n'est certainement pas applicable aux gaz. Il paraît en effet impossible de considérer ces corps comme possédant des molécules conductrices au sens ordinaire du mot. La théorie cinétique des gaz, et, si l'on ne veut parler de théorie, le fait, purement expérimental, de la diffusion des gaz, nous montre les molécules gazeuses *en mouvement*, et cela même en dehors du champ électrique. La conductivité de certaines molécules gazeuses aurait donc l'effet décrit par Coulomb, pour expliquer la déperdition électrique. Un conducteur placé dans un gaz ne pourrait conserver aucune charge d'une manière durable, et nous savons, au contraire que, dans les gaz bien dépouillés de poussières, les charges électriques se conservent pour ainsi dire indéfiniment.

On pourrait, il est vrai, reculer la difficulté au delà des molécules telles que les envisage la théorie cinétique, et même au delà des atomes chimiques, en attribuant à ces derniers une structure complexe. Peut-être pourrait-on invoquer, en faveur de ce transport à l'atome des propriétés diélectriques, l'observation de M. Lang, d'après laquelle chaque valence apporte avec elle un accroissement fixe du pouvoir diélectrique, quelle que soit la nature des valences auxquelles elle se trouve associée.

Un autre argument pourrait être tiré du mode

de dissociation de la matière en éléments très petits par rapport aux ions électrolytiques vulgaires, que semblent impliquer les propriétés les plus récemment étudiées des rayons cathodiques, et la conductivité que ces rayons, comme les rayons de Röntgen et les rayons uraniques, communiquent effectivement à l'air. Il paraîtra sans doute inutile d'insister sur ce que de semblables considérations auraient, tout au moins, de prématuré.

La deuxième théorie des diélectriques est en germe dans les travaux de Faraday, et a été développée par Maxwell. On sait qu'elle consiste à considérer les diélectriques comme des corps opposant aux forces électromotrices une élasticité électrique, qu'on doit comparer à l'élasticité vulgaire, celle que les solides, par exemple, opposent aux forces mécaniques. De même que divers solides diffèrent par leur coefficient d'élasticité, de même divers isolants ou diélectriques diffèrent par leur constante diélectrique.

L'indépendance des molécules gazeuses les unes par rapport aux autres, leur état de mouvement ne semblent pas constituer de difficultés insurmontables pour transporter aux gaz la théorie élastique de Maxwell. L'éther, c'est-à-dire notre vide absolu, jouit, en effet, au suprême degré, de la propriété diélectrique. C'est le corps électriquement élastique par excellence. On peut supposer que les molécules gazeuses n'interviennent que pour modifier, en la diminuant plus ou moins, l'élasticité électrique de l'éther. Le vague même que Maxwell laisse planer sur sa théorie, dont il n'a jamais voulu ou pu donner d'illustration mécanique, lui est favorable dans le cas actuel, et nous verrons qu'elle se prête très bien à l'interprétation de la seconde catégorie de faits dont nous avons à nous occuper dans cet article.

II. — LIMITES DU POUVOIR DIÉLECTRIQUE.

Dans ce qui précède, nous avons cherché comment se comporte un gaz quand il isole. Quand cesse-t-il d'isoler?

On sait, depuis longtemps, que la charge conservée dans l'air par un conducteur isolé est d'autant moindre que la pression est plus faible. Poisson et Biot en concluaient que la charge électrique d'un corps est maintenue à sa surface par la pression atmosphérique. Faraday s'élève vivement contre cette conception grossière, et prouve que le pouvoir d'isolement d'un gaz est une propriété véritablement spécifique, à l'évaluation de laquelle il attache la plus grande importance. « Tous les effets qui précèdent la décharge, dit-il, sont inductifs, et le degré de tension nécessaire pour que l'étincelle passe est, au point de vue où

j'envisage l'induction, un point très important. C'est la limite de l'influence que le diélectrique exerce pour résister à la décharge. C'est donc une mesure du pouvoir conservateur du diélectrique, qui, à son tour, peut être considéré comme une mesure et une représentation des forces électriques en activité. »

Voici comment opérait Faraday. Il plaçait dans deux gaz différents deux couples de boules ou de micromètres à étincelles. L'un des couples A est logé dans une cloche destinée à recevoir les différents gaz; ses boules sont, l'une par rapport à l'autre, dans une situation invariable. Le second couple B est placé à l'air libre et l'on fait varier la distance des boules jusqu'à ce que, les deux couples A et B étant en dérivation, l'étincelle éclate indifféremment en A ou en B. Plus le gaz de la cloche A est capable d'isoler une charge considérable, c'est-à-dire plus est grand le champ électrique que peut supporter le gaz sans livrer passage à l'étincelle, plus les boules B devront être écartées.

Faraday a été ainsi conduit à ranger les gaz dans l'ordre suivant, du gaz dont le pouvoir d'isolement est le plus faible, à celui dont le pouvoir est le plus considérable :

Hydrogène;
Gaz d'éclairage;
Oxygène;
Azote;
Anhydride carbonique;
Éthylène;
Acide chlorhydrique.

Cet ordre n'est pas celui des densités, puisque l'azote s'intercale entre l'oxygène et l'anhydride carbonique, de même que l'éthylène entre ce dernier et l'acide chlorhydrique. On peut remarquer aujourd'hui que c'est à peu près l'ordre des constantes diélectriques, telles qu'elles ont été trouvées par MM. Boltzmann et Klemencic. Ainsi l'ordre dans lequel les fils métalliques se placent pour leur résistance à la rupture n'est pas sans analogie avec l'ordre de leur résistance à l'allongement.

Maxwell, comme Faraday, attache la plus grande importance à la mesure du pouvoir d'isolement des gaz, ou à ce qu'il nomme leur *electrical strenght*.

Malheureusement, les innombrables recherches instituées depuis Faraday pour l'étude des distances explosives n'ont pas amené, sur ce sujet difficile, le degré de clarté que l'on devait attendre. Les résultats diffèrent d'un expérimentateur à un autre, d'une manière qu'on peut qualifier de surprenante, eu égard au talent incontesté des savants qui ont fait ces mesures. Aucun coefficient ne paraît se maintenir constant. Faraday observait déjà, et on a reconnu depuis, que de nombreuses circons-

tances influent sur la valeur des distances explosives; nous signalerons :

1° L'effet des poussières qui peuvent se trouver en suspension dans le gaz ou déposées sur les électrodes;

2° La modification permanente apportée à la surface des électrodes, et la modification temporaire produite dans le gaz par le passage d'une première décharge;

3° L'action de la lumière ultra-violette provenant d'aigrettes ou d'étincelles produites dans d'autres portions du même circuit ou dans des circuits voisins, si les électrodes ne sont pas protégées par des écrans convenables, etc.

De toute façon, la complication des phénomènes s'est révélée telle que de forts bons esprits, notamment M. J.-J. Thomson, le célèbre professeur de Cambridge, se sont demandé s'il était utile de conserver dans la Science une notion aussi éloignée des réalités expérimentales que leur a paru être celle de l'*electrical strenght* de Maxwell et de Faraday.

Il est clair que beaucoup de causes perturbatrices disparaîtraient et que l'on obtiendrait des résultats plus simples si l'on pouvait supprimer les électrodes. Or, M. Moser, M. J.-J. Thomson ont prouvé qu'un tube à gaz raréfié s'illumine quand on le place dans un champ électrique variable, par exemple au voisinage des pôles d'une bobine d'induction, ou à l'intérieur d'une courte spirale traversée par la décharge d'une bouteille de Leyde. Ils ont prouvé que ces tubes sans électrodes se comportent bien comme s'ils étaient traversés par des courants. Ainsi, si l'on prend deux tubes à gaz raréfié concentriques, contenant le même gaz à la même pression, le tube extérieur peut agir sur le tube intérieur à la façon d'un écran électrique : le tube extérieur seul s'illuminera. MM. Moser et J.-J. Thomson en ont conclu que les gaz raréfiés deviennent réellement conducteurs à partir d'une pression suffisamment faible.

M. J.-J. Thomson a même pu fonder sur cette observation un procédé de mesure de la conductivité attribuable au gaz. A cet effet, il remplace le tube à gaz extérieur par une éprouvette dans laquelle il introduit de l'eau acidulée par des additions plus ou moins considérables d'acide sulfurique. Tant que l'eau acidulée est faible, le tube à gaz intérieur s'illumine à chaque décharge de la bouteille de Leyde; mais quand on a ajouté une proportion suffisante d'acide sulfurique, le tube à gaz cesse de s'illuminer. A ce moment, le tube extérieur à eau acidulée constitue un écran électrique aussi efficace que l'était, dans l'ancienne expérience, le tube à gaz extérieur. On est donc conduit à admettre que la conductivité propre au gaz

raréfié qui remplissait ce tube est égale à celle de l'eau acidulée qui, dans la dernière expérience, constitue un écran électrique équivalent.

La conductivité d'un gaz ainsi évaluée commence à devenir sensible à partir d'une pression de quelques millimètres de mercure, croît jusqu'à un maximum à peu près égal à la conductivité de l'eau acidulée la plus conductrice, puis décroît indéfiniment et tend vers zéro.

On ne peut s'empêcher de s'étonner d'un résultat aussi extraordinaire. Toute notre éducation scientifique nous a habitués à voir dans les gaz, même raréfiés, des types de corps isolants et non seulement les voilà conducteurs, mais, si l'on rapporte leur conductivité à la masse et non au volume, on se trouve conduit à leur assigner une conductivité au moins égale à celle des métaux à l'état solide.

Comment s'expliquera-t-on alors la grande résistance qu'opposent au passage de l'électricité les tubes à gaz raréfiés pourvus d'électrodes? On est réduit à imaginer que l'obstacle réside à la surface même des électrodes, c'est-à-dire que l'électricité ne peut passer d'un métal à un gaz raréfié ou inversement, sans rencontrer au passage de l'un dans l'autre une résistance considérable.

Cela étant admis, on n'est pas encore au bout des difficultés, car, même dans les tubes sans électrodes, il est des circonstances où les gaz raréfiés isolent.

J'ai été conduit à chercher ce qui se passe quand on place un tube à gaz raréfié dans un champ électrostatique uniforme, c'est-à-dire entre les plateaux d'un condensateur plan. Si, entre les plateaux d'un condensateur, on place un corps conducteur, par exemple un ballon plein de mercure, la capacité du condensateur augmente, comme si l'on avait rapproché les plateaux d'une certaine quantité. On peut remplacer le mercure par de l'eau acidulée, même par de l'eau distillée, de l'alcool, etc. La très faible conductivité électrolytique de ces substances suffit pour laisser passer la quantité d'électricité nécessaire, et on constate le même accroissement de capacité du condensateur.

Si un tube à gaz raréfié est conducteur, il se comportera comme le ballon plein d'eau ou de mercure. S'il est parfaitement isolant, il ne produira aucun effet, ou plus exactement il ne produira que l'effet très faible dû au verre du ballon et qui n'est, par exemple, que la vingtième partie de l'effet du mercure ou de l'eau. Une conductivité non seulement de l'ordre de celle que M. J.-J. Thomson assigne aux gaz raréfiés, mais même un milliard de fois plus faible serait manifestée à coup sûr par cette expérience.

Or, voici le premier résultat que j'ai obtenu, en faisant usage des tubes à gaz raréfiés que j'eus

d'abord sous la main. Avec un tube donné, si l'on charge le condensateur à des différences de potentiel variables, on constate que pour toutes les différences de potentiel inférieures à une certaine limite, le tube à gaz demeure absolument sans effet. Pour les différences de potentiel supérieures, il se comporte au contraire comme un ballon plein de mercure. Au voisinage immédiat de la limite, tantôt il est sans effet, tantôt il se comporte comme le ballon plein de mercure.

En d'autres termes, placé dans un champ électrostatique inférieur à une certaine limite critique, le gaz isole; dans un champ supérieur, il livre passage à l'électricité, il conduit. On reconnaît là les mêmes conditions essentielles que l'on observait déjà avec les tubes munis d'électrodes. Pour des différences de potentiel trop faibles, ils isolent; pour des différences de potentiel plus fortes, ils livrent passage à la décharge. La différence entre les deux cas réside dans l'effet propre des électrodes, lesquelles jouent certainement dans la décharge un rôle actif, mais dont l'importance relative est inconnue.

À la différence de potentiel minimum caractérisant une distance explosive déterminée, correspond un champ critique également déterminé. À l'*Electrical strenght* de Faraday et de Maxwell, correspondra ce que je propose d'appeler la *cohésion diélectrique* du gaz. Quand le champ est insuffisant pour vaincre cette cohésion, le gaz isole. Quand le champ acquiert une valeur assez grande, l'élasticité électrique du gaz est dépassée. Le gaz cède, comme un fil trop tendu se rompt.

On voit que la *cohésion diélectrique* et l'*Electrical strenght* ont la même signification essentielle. L'*Electrical strenght* a toujours été évaluée à l'aide des distances explosives. Sa mesure est viciée, par l'effet propre des électrodes, dans un rapport inconnu *a priori*. Les mesures de la *cohésion diélectrique* sont à l'abri de cette cause d'erreur dont l'expérience seule peut faire connaître l'importance.

L'étude de la cohésion diélectrique est encore trop récente pour avoir fourni les résultats qu'on doit en attendre. Pour un gaz ou une vapeur donnés, et à partir d'une pression de quelques millimètres de mercure, la cohésion diélectrique croît proportionnellement à la pression. Le coefficient de variation est une constante spécifique qui, pour les corps étudiés par Faraday, varie dans le même sens que le pouvoir d'isolement mesuré par ce savant. Cette constante est plus faible pour l'hydrogène que pour l'air, plus grande pour l'anhydride carbonique, plus grande encore pour les vapeurs de divers liquides organiques volatils.

Pour des pressions suffisamment basses, la cohésion diélectrique croît au lieu de décroître

quand la pression décroît. Elle passe donc par un minimum pour une certaine valeur de la pression. Au-dessous de ce minimum, l'ordre dans lequel se placent les gaz pour leur cohésion diélectrique est souvent renversé: c'est ce qui se passe notamment pour l'hydrogène, l'air et l'anhydride carbonique. L'hydrogène, le moins isolant aux pressions élevées, devient le plus isolant des trois gaz à très basse pression, tandis que l'anhydride carbonique devient le moins isolant.

On peut se demander si le mécanisme en vertu duquel l'électricité traverse les gaz, quand on dépasse le champ critique, est plus ou moins analogue au mécanisme de la conductivité électrolytique, à laquelle M. J.-J. Thomson veut l'assimiler. Les données, pour résoudre cette question, nous font défaut.

Si l'on résout cette question par l'affirmative, on sera conduit à admettre qu'un même gaz, à une même température, peut subsister sous deux états différents, suivant la valeur du champ électrique auquel il se trouve soumis: l'état isolant et l'état électrolytique. Le faible écart que présentent souvent les valeurs du champ critique mesurées dans deux expériences consécutives et dans des conditions en apparence identiques, serait comparable à l'écart que présentent les températures de solidification observées sur un même corps, dans plusieurs expériences de surfusion successives.

Ce ne sont là, bien entendu, que des inductions dénuées de preuves et qui tombent d'elles-mêmes si la conductivité des gaz n'est qu'apparente, ce que personne, à l'heure actuelle, n'est en mesure d'affirmer ou d'infirmer sans restriction.

Nous avons dit que, dans l'hypothèse élastique de Maxwell, le passage de l'électricité à travers un gaz raréfié, pour des champs supérieurs au champ critique, est analogue au phénomène de la rupture d'un fil élastique soumis à des tractions progressivement croissantes.

L'élasticité électrique de l'éther est sans doute infiniment grande; l'éther est le diélectrique par excellence ou, si l'on veut, *le seul isolant absolu*. Les molécules gazeuses rompent la continuité de l'éther; elles y créent, en quelque sorte, des points faibles, par où peut s'opérer la rupture. On comprend donc à merveille que la cohésion diélectrique de l'éther perturbé par les molécules gazeuses diminue d'abord rapidement quand la pression croît, ainsi que l'expérience nous l'a enseigné.

Si l'on veut ensuite expliquer l'augmentation de la cohésion diélectrique au delà de son minimum, il faut admettre que le changement d'allure du phénomène tient à l'action réciproque des molécules gazeuses, quand celles-ci sont suffisamment rapprochées les unes des autres. Leurs actions

doivent donc être supposées dans un sens tel que la cohésion diélectrique de l'éther est de moins en moins diminuée, ou, si l'on veut s'exprimer autrement, dans un sens tel qu'une nouvelle cohésion diélectrique, appartenant en propre au gaz, fait alors son apparition.

Voilà bien des questions posées et non éclaircies, et nous devons encore en trouver bien d'autres, relatives, par exemple, au rôle exact des électrodes.

On ne saurait contester que celles-ci ne jouent un rôle considérable dans la décharge, puisque l'examen spectroscopique des tubes à gaz révèle, au moins dans certaines régions des tubes, la présence de raies caractéristiques du métal dont les électrodes sont formées. Si des particules solides sont arrachées aux électrodes, volatilisées, transportées à travers la masse du gaz, ce ne peut être sans qu'un certain travail soit consommé à cet effet. La différence de potentiel nécessaire pour provoquer la décharge doit s'en trouver modifiée. Et, en effet, mes expériences donnent pour les champs critiques des valeurs inférieures à celles des champs explosifs mesurés jusqu'ici.

Essayons de pénétrer plus intimement les effets de cette différence et examinons ce qui doit se passer, dans les tubes pourvus d'électrodes, lorsque le champ prend une valeur intermédiaire au champ critique et au champ explosif. Le champ critique étant dépassé, il n'est pas douteux que le gaz livrera passage à une première quantité d'électricité, qui se portera à la surface des électrodes; il n'en résulte nullement que le gaz sera traversé par ce que nous nommons proprement une décharge. Les premières traces d'électricité qui passent doivent, en effet, modifier les surfaces métalliques qui les reçoivent et y produire un effet plus ou moins analogue à la polarisation observée dans les électrolyses. A cette polarisation correspond aussitôt un abaissement de la différence de potentiel des élec-

trodes, laquelle se trouvera ramenée au-dessous du champ critique. L'électricité cessera donc de passer. Il n'y aura pas plus de décharge complète à travers ces tubes qu'il n'y a de courant continu dans l'électrolyse d'un sel, quand la différence de potentiel maintenue entre les électrodes est inférieure à un certain minimum.

A la différence de ce qui se produit dans l'électrolyse des liquides, il faudrait d'ailleurs admettre que les forces électromotrices de polarisation dans les gaz sont susceptibles d'acquiescer des valeurs énormes, hors de toute proportion avec celles que l'on observe dans les électrolyses ordinaires.

Si la mesure des constantes diélectriques des gaz était une opération courante, aussi facile, par exemple, que la mesure d'une distance explosive, il y aurait lieu d'essayer immédiatement cette mesure pour des champs compris entre le champ critique et le champ explosif. Dans ces limites, on devrait trouver une constante diélectrique apparente supérieure à la constante normale, puisque le gaz, n'isolant plus suffisamment par lui-même, aurait partiellement cédé. Mais quand pourra-t-on entreprendre une recherche aussi ardue ?

Momentanément, au moins, nous en sommes réduits à nous contenter d'hypothèses, ce qui n'offre, d'ailleurs, que peu d'inconvénients si nous avons la sagesse de ne pas nous attacher à ces créations de notre esprit et si nous savons les réduire à leur juste valeur. Celle-ci se mesure à leur fécondité. A un moment donné, les meilleures hypothèses ne sont-elles pas celles qui suggèrent aux savants le plus d'expériences nouvelles et curieuses? Qu'importe si, plus tard, on est conduit à les abandonner? Elles n'en auront pas moins contribué à reculer les bornes de nos connaissances.

E. Bouty,

Professeur de Physique
à la Sorbonne.

L'ÉTUDE DU PLANKTON DANS LES EAUX FRANÇAISES

Les études exécutées par les naturalistes dans le but de se rendre compte de la distribution des poissons au sein des eaux marines et de leurs migrations soit à l'état adulte et comestible, soit à l'état de jeunes encore impropres à l'alimentation, soit à l'état d'alevins ou d'œufs, c'est-à-dire de plankton, sont d'un haut intérêt scientifique et pratique, et elles constituent évidemment les premières bases d'une exploitation rationnelle des richesses de la mer. On ne saurait pourtant se dissimuler que de simples observations zoologiques ne parviendront jamais, à elles seules, à résoudre un problème à la fois très simple et très compliqué et à énoncer des lois véritablement générales et définitives. De même que les progrès récents de l'agriculture ne datent que du jour où l'on s'est décidé à employer dans les recherches les procédés méthodiques d'analyse, de synthèse et d'expérimentation en usage dans les sciences précises, physiques et chimiques, l'aquiculture est incapable de progresser en se bornant à des observations portant à un degré extrême l'empreinte de la personnalité de leur auteur, alors que la véritable science doit être impersonnelle. De telles observations seront toujours susceptibles d'être accusées d'insuffisance, sinon d'inexactitude, d'avoir mal vu ou vu incomplètement, de ne s'appliquer qu'au lieu et au moment même où elles auront été effectuées, d'être sans valeur quant à la généralisation des phénomènes, hors d'état d'amener à une loi applicable au passé aussi bien qu'au présent et surtout à l'avenir, permettant de prévoir, de prédire, de distinguer les événements fortuits, d'y apporter, s'il y a lieu, les remèdes convenables, parce qu'elles seront impuissantes dès qu'il s'agira de remonter aux causes et de suivre les manifestations. S'il appartient au naturaliste de reconnaître certains faits concernant les êtres vivants et de fixer leurs rapports avec les conditions du milieu ambiant, c'est à l'océanographe que revient la tâche, en s'appuyant sur des chiffres, sur des expériences, sur des mesures prises à l'aide d'instruments précis, d'élucider les causes de ces faits, d'entrer dans la connaissance pleine et entière des conditions du milieu, de leur communiquer leur propre caractère de généralité, d'en faire en un mot des lois définitives. Ces lois, à leur début, seront plus ou moins complètes, mais elles seront un pas assuré vers la vérité et, à leur tour, elles serviront de jalons pour guider d'autres expérimentateurs et leur permettre de s'ap-

procher plus près encore de la vérité. Alors, le naturaliste les reprendra et cherchera à en tirer parti. Le succès final dépend d'une communauté d'efforts. N'est-il pas étonnant que la division du travail, dont les résultats féconds ne font plus l'ombre d'un doute en industrie, ait tant de peine à s'établir en ce qui concerne l'exploitation des richesses de la mer? Un phénomène naturel est la résultante de toutes les forces de la Nature; son élucidation complète, nécessaire pour en tirer un parti utile, oblige à découvrir la part prise individuellement par chacune de ces forces dans la manifestation qui en est la résultante. Or, les connaissances humaines sont devenues tellement vastes qu'il est impossible à une seule personne de posséder toutes les notions, même les plus sommaires, indispensables pour résoudre une question souvent fort simple en apparence. Les diverses spécialités scientifiques auront donc à se prêter un mutuel appui et ceux-là seuls ont tort qui veulent avoir raison à eux seuls.

Quant à moi, je lutte depuis longtemps pour l'introduction en France, dans l'étude de l'aquiculture, des méthodes rigoureuses de l'océanographie. Sans elles, on ne parviendra à rien. Si je me montre aussi affirmatif, c'est non-seulement parce que ma conviction est complète, c'est aussi parce que ces méthodes sont employées partout ailleurs que chez nous. L'Angleterre, l'Allemagne, la Norvège, la Suède, les États-Unis ne se contentent pas de regarder; toutes ces nations, pour qui la pêche est une grave question sociale, mesurent des températures, des densités, des chlorurations, des vitesses et des directions de courants, des transparences de l'eau, récoltent et analysent des échantillons de fonds marins, dressent des cartes. S'il fallait, parmi tant d'exemples, parler seulement des plus récents, je citerais les travaux auxquels se livrait, l'été dernier (1900), Nansen entre l'Islande et la Norvège, les décisions du Congrès de Stockholm, auquel il est regrettable que la France n'ait pas été représentée, et le travail du professeur O. Pettersson, relatif aux courants dans les détroits reliant la Baltique à la mer du Nord et à leurs rapports avec les migrations des harengs¹. Ignorant la langue suédoise, dans laquelle il est rédigé, il ne m'a pas encore été pos-

¹ Redogörelse för de Svenska hydrografiska undersökningarna åren 1896-1899 under ledning af G. Ekman, O. Pettersson och A. Vijkander. *Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, Stockholm, 1900.

sible de prendre une connaissance suffisante de son texte pourtant assez peu étendu, et j'ai dû me borner à examiner ses belles cartes et à feuilleter ses nombreux tableaux, colonnes de chiffres donnant, pour arriver à trancher une question éminemment pratique, des dates de récoltes d'échantillons d'eaux, des latitudes, des longitudes, des heures de marées, des températures, des poids de chlore et des poids de sel.

I

Prenons pour exemple la recherche des lois encore inconnues de la distribution au sein de l'Océan et des migrations des œufs de poissons, des larves, des petits animaux qui sont destinés à devenir des poissons comestibles ou à servir de nourriture aux poissons dont l'homme s'efforcera ultérieurement de s'emparer, de ces myriades d'êtres qui, incapables de se mouvoir, sont forcés d'obéir, sans pouvoir y opposer de résistance, aux influences du milieu dans lequel ils sont plongés. On leur donne le nom de plankton, et ils sont la caractéristique de la richesse des fonds de pêche, puisqu'ils sont ou bien le poisson comestible lui-même à l'état d'œufs, ou bien l'aliment de ce poisson dont la quantité est plus ou moins proportionnelle. Doser le plankton est, en quelque sorte, doser la masse de poisson marchand et par conséquent doser le nombre de bateaux, d'hommes pouvant, sur un espace donné, se livrer à la pêche sans se gêner les uns les autres. Ainsi s'explique l'intérêt que les nations maritimes mettent à étudier la distribution du plankton aussi bien dans leurs eaux côtières qu'en plein Océan. Malgré leur inertie, qui est absolue, ils sont néanmoins des êtres vivants et, à cause même de leur faiblesse, extraordinairement sensibles aux conditions extérieures. Soumis à des actions trop brutales, ils perdent la faculté qui nous les rend intéressants, la vie. Le flottage d'une pomme de pin ou d'un fruit des tropiques transporté par les courants est infiniment plus simple et en même temps moins simple à étudier que celui d'un œuf de poisson assujéti à conserver la faculté d'éclore. Les conditions du voyage, identiques pour l'un et pour l'autre, pourront sans danger être plus brutales pour la pomme de pin que pour l'œuf. Toute une série de conditions susceptibles d'être souffertes par l'une seront mortelles pour l'autre.

Il importe d'abord de savoir entre quelles limites de température l'œuf conserve la faculté de vie. Dans ses migrations inconnues, il ne se rencontrera ou ne sera digne d'intérêt pratique que lorsque la température du milieu restera comprise entre ces limites. Partout ailleurs, il sera inutile de le chercher. Cette étude préliminaire revient aux natura-

listes, à la condition qu'ils opèrent avec des thermomètres. Et comme il est probable que les limites varient pour les œufs des divers poissons, il faut, au cas où il en serait réellement ainsi, qu'elles soient établies, de même que la température optimum, pour une, deux, trois espèces bien déterminées. S'il est reconnu qu'elles changent selon les différentes phases de la maturité de l'œuf, il conviendra d'avoir des températures dans chacune de ces phases.

La question reviendra dès lors à savoir quelle est, dans un espace déterminé de l'Océan — mettons les côtes de France — la répartition de la température au sein des eaux. On exclura ainsi toutes les localités où cette température sortira des limites fixées. On établira des cartes indiquant cette répartition à la surface et dans les profondeurs. Pour cela, il suffira de thermomètres à distribuer, d'ordres à donner, pourvu qu'ils soient précis, et de la mise au net graphique des résultats obtenus. Les autres peuples possèdent de ces cartes; rien ne nous empêche, si nous en avons la volonté, d'en dresser et d'en posséder nous-mêmes.

La température ayant permis de resserrer, comme le dirait un mathématicien, les racines de l'équation à résoudre en indiquant d'une façon sûre là où ne seront pas les œufs et là où ils pourront être, cherchons à préciser davantage. Il est évident que les œufs ne seront pas partout où nous saurons qu'ils peuvent se trouver, la température seule étant prise en considération.

Les œufs du poisson mis à l'étude — car ce serait se condamner d'avance à n'aboutir à rien que de s'attaquer à tous les poissons en même temps — existent-ils toute l'année au sein des eaux ou seulement pendant certains mois? Quels sont ces mois?

La réponse est d'ordre purement zoologique; elle est à donner après expériences synthétiques et observations sur place. Aussitôt qu'elle sera connue, on aura resserré davantage les racines de l'équation. Il s'agira non plus de savoir quelle est la distribution générale des couches d'eau à températures comprises entre des limites déterminées pendant toute l'année, mais seulement pendant deux, trois ou quatre mois.

II

Serrons de plus près la question. Les œufs du poisson ont une densité variable non seulement pour chaque espèce, — et, s'il en était autrement, il en résulterait une notable simplification, — mais pour une même espèce, et différente aux diverses époques de la maturité. On parle bien d'œufs qui flottent et d'autres qui ne flottent pas; on leur a donné un nom, ce qui importe assez peu, tandis

que ce qui importe beaucoup est de savoir quelle est la densité exacte des œufs considérés. Il est probable qu'elle doit varier entre certaines limites. Or, pour des corps en suspension dans un liquide tel que la mer, composé de strates hétérogènes au point de vue thermique, de très faibles différences de température suffisent pour donner lieu à d'énormes différences de position. La densité est à évaluer expérimentalement dans l'intervalle de température $t-t'$ avec l'approximation maximum qu'on puisse obtenir, c'est-à-dire n'influençant pas la quatrième décimale.

Cette détermination, sans être difficile, est beaucoup plus délicate qu'on ne le pense. Elle exige, sinon l'intervention d'un spécialiste, du moins l'obéissance complète aux précautions indiquées par lui, et la ferme persuasion, dont il serait trop long d'exposer ici les motifs, qu'aucune d'elles n'est inutile. Sans entrer dans les détails de l'expérience à faire, on prendra un ou plusieurs œufs du poisson en examen, on les placera dans une éprouvette d'eau de mer de densité voisine, et on ajoutera goutte à goutte, selon la montée ou la descente de l'œuf, de l'eau distillée ou de l'eau de mer concentrée jusqu'à ce que ce flotteur infiniment sensible demeure en flottaison parfaite, immobile, sans monter ni descendre en un point quelconque du liquide.

On prendra alors la température d'une façon rigoureuse au 1/10 de degré. On mesurera la densité avec un aréomètre de haute précision; on en dressera le tableau pour toutes les températures comprises entre les limites t et t' et — on ne saurait trop le répéter — avec toutes les corrections et précautions usitées en pareil cas. M. Pettersson évaluait le 1/300 de degré. Je n'ose discuter ce chiffre, qui me paraît difficile à obtenir pour une opération de ce genre dans un laboratoire, et à plus forte raison sur mer, mais il vaut mieux pêcher par excès que par défaut, et il faut avoir exécuté des recherches de ce genre pour être persuadé de l'indispensable nécessité d'une précision aussi grande qu'il est possible de l'obtenir avec des instruments de verre ou de métal.

Ce tableau dressé est figuré par une courbe qu'un physicien nommerait celle du coefficient de dilatation de l'œuf; on se reportera alors à un graphique donnant la variation de densité des eaux de mer pour l'intervalle $t-t'$. J'ai dressé ce graphique après de très longues et très délicates expériences. On saura dès lors que l'œuf ne peut se trouver que dans des couches d'eau ayant ces densités et non ailleurs. Pour une différence de quelques centièmes ou même millièmes dans le chiffre de sa densité, l'œuf, quoique toujours flottant, gagnera des couches d'eau plus ou moins profondes, et,

comme les courants varient notablement sur une même verticale, il éprouvera dans la direction qu'il suit des variations très considérables, l'éloignant de certains parages pour l'accumuler dans d'autres. Il ne restera plus qu'à savoir, le long des côtes de France, entre les limites $t-t'$ et pendant les mois indiqués, la répartition des eaux de densité $d-d'$. Les étrangers ont relevé ces indications pour leurs mers; il nous faut les relever pour les nôtres, et les cartes qui en permettront le coup d'œil autop-tique, pour employer l'expression d'Ampère, restreindront encore les racines de l'équation.

Bien entendu, au lieu de densité, on sera libre de mesurer la chloruration, ou de doser la salure, ou même d'évaluer le poids spécifique S_{15}^{15} . Malgré les inconvénients de cette mesure, c'est un choix à débattre entre océanographes. Pour moi, je suis d'avis d'adopter la densité S_4^0 à la température *in situ* 0.

III

Il est très probable, mais l'expérience seule autorisera à l'affirmer ou à le nier, que l'œuf ne flotte jamais absolument sur le fond. Il doit se maintenir entre deux eaux et monter ou descendre selon les conditions ambiantes. Peut-être les œufs restant profondément immergés sont-ils beaucoup mieux protégés au sein d'un milieu moins troublé que les couches superficielles. Je ne serais pas étonné que ces œufs appartenissent aux espèces de poissons les plus abondantes comme nombre des individus. Même pour des œufs légers, il est douteux qu'ils flottent dans la mince couche d'eau épaisse de leur propre épaisseur, c'est-à-dire de quelques millimètres et immédiatement superficielle.

D'une manière ou d'une autre, là où iront les eaux, là iront les œufs, et nous sommes ainsi amenés à étudier l'économie des courants.

On énoncera donc le problème suivant :

Tracer pour les eaux françaises la marche, en direction et en vitesse, des courants d'eau de température comprise entre t et t' et de densité comprise entre d et d' .

La carte n'offre aucune difficulté à être dressée, d'après des expériences faites à la mer. En outre des courants superficiels, on devra étudier les courants profonds, parfois si différents des premiers. C'est le travail le moins coûteux, car on emploiera les bouteilles accouplées de M. Hautreux. Le matériel se bornera à une série de bouteilles vides de même dimension, bouteilles de vin, de bière, d'eau minérale, attachées par couple avec une ficelle longue de 5, 10, 15 ou 20 mètres. On les immerge ensemble, on note leur point de départ, leur point

d'arrivée après un temps connu, et l'on possède toutes les données requises.

Dès que ces trois cartes seront dressées : carte de la distribution des températures, carte de la distribution des densités, carte des courants superficiels et profonds, le problème sera résolu, du moins autant qu'il est humainement possible qu'il le soit. On élucidera alors chaque cas particulier, non par des appréciations personnelles discutables, mais à l'aide d'instruments maniables quoique délicats, précis et comparables entre eux. Évidemment, d'autres circonstances que celles que nous avons énumérées seront susceptibles de jouer un rôle : le vent, par exemple, dont l'influence est aussi appréciable et est d'ailleurs fonction de la densité de l'œuf, faible ou nulle si l'œuf flotte profondément, moyenne s'il flotte au sein d'eaux superficielles, très grande s'il demeure au contact de l'atmosphère. On devra encore tenir compte de la présence ou de l'absence d'animaux détruisant les œufs, enfin, de telle ou telle autre circonstance favorable ou défavorable. Mais celles-ci sont accidentelles, et, par conséquent, secondaires; celles que nous avons énoncées précédemment sont d'une importance capitale.

Plus tard, lorsque l'œuf sera éclos, peut-être même avant, la nature lithologique du fond, en favorisant les conditions d'existence de l'alevin, en lui fournissant une nourriture plus abondante ou mieux appropriée à ses besoins, en lui offrant des abris, ou de toute autre manière, viendra-t-elle prendre de l'intérêt. Les cartes lithologiques deviendront alors indispensables. En dépit de difficultés multiples, je m'en occupe depuis plusieurs années; j'y consacre tous mes efforts, soutenu que je suis, d'abord par ma ferme conviction, ensuite par l'exemple unanime de toutes les grandes nations maritimes.

Le problème, considéré au point de vue exclusivement naturaliste de l'observation simple, n'est pas résoluble : par voie empirique, on n'arrivera jamais à rien. A chaque instant, une cause insoupçonnée troublera les prévisions, et l'expérience acquise la veille sera sans utilité pour la solution des difficultés du lendemain. Il en ira autrement si l'on procède méthodiquement, par des mesures

exactes ne laissant aucune prise à l'incertitude. Si la marche est plus longue, en revanche chaque pas en avant est définitif; on avancera de précision en précision sans jamais reculer ni errer. C'est la seule voie à suivre, la seule adoptée à l'étranger. Et gardons-nous de penser que l'expérience de nos voisins, qui sont presque toujours nos concurrents, nous soit d'utilité immédiate; qu'on pourra prendre ce qui aura été fait en Écosse, en Allemagne ou en Suède, et l'appliquer à la Manche, à l'Atlantique ou à la Méditerranée. Autres lieux, autres phénomènes, et, en cela, chacun n'est appelé à profiter que des fruits de son propre travail.

IV

En résumé, si l'on veut parvenir à élucider la question de la distribution et des migrations des œufs de poisson ou, d'une manière générale, du plankton, il faut, conformément aux indications des zoologistes, commencer par se livrer à certaines recherches préliminaires concernant la densité des œufs d'espèces bien déterminées, et connaître la variation de celle-ci avec la température. On entreprendra ensuite des mesures systématiques de températures, de densités et de courants sur les côtes de France, et les résultats seront figurés sur des cartes. On n'oubliera pas la confection de cartes bathymétriques et lithologiques. Sur ces données exactes, indiscutables, les zoologistes pourront ensuite s'appuyer sans crainte et se livrer en toute sécurité aux investigations qui leur sont spéciales. La question de la distribution et des migrations du plankton dans l'Océan touche à peine, pour le moment, à l'histoire naturelle; elle est avant tout une question de circulation océanique, appartenant à peu près uniquement au domaine de l'océanographie précise, rigoureuse, de mesures, d'expériences, de chiffres, et non d'opinions personnelles et d'observations vagues. Plus tard, quand elle sera élucidée, elle fera retour aux naturalistes.

J. Thoulet,

Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Nancy.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Estanave (Eugène). — Contribution à l'étude de l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire mince dont deux bords opposés, au moins sont appuyés sur un cadre. (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 brochure in-4° de 72 pages. Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1900.

L'équilibre d'élasticité d'une plaque rectangulaire mince de texture homogène et isotrope, qui est sollicitée par des forces normales au plan du feuillet moyen, a été traité par Navier en 1820 dans l'hypothèse où les quatre bords de la plaque sont appuyés sur un cadre fixe. Navier a exprimé dans ce cas le déplacement d'un point quelconque du feuillet moyen à l'aide d'un développement en série double (développement qui se déduit de la formule de Lagrange sur le développement d'une fonction périodique impaire en série de sinus ayant leurs périodes sous-multiples de la sienne).

M. Maurice Lévy, dans une Note communiquée à l'Académie des Sciences en octobre 1899, a montré qu'on pouvait adopter, pour le déplacement d'un point quelconque de la plaque, un développement en série simple, dans les cas où la plaque n'a plus nécessairement ses quatre bords, mais seulement deux bords opposés appuyés, les deux autres pouvant être libres, appuyés ou encastés.

Dans son travail, M. Estanave s'est tout d'abord attaché à démontrer que le développement en série double de Navier est identique au développement en série simple de M. Maurice Lévy, dans le cas où l'on tient compte des conditions d'appui des quatre bords. Le développement en série simple est plus général que celui de Navier et s'applique à six problèmes, suivant que les deux bords non soumis primitivement aux conditions d'appui sont individuellement ou simultanément libres, appuyés ou encastés. M. Estanave a résolu, dans son Mémoire, ces six problèmes par le développement en série simple. En particulier, dans le cas examiné par Navier, qui est un de ces six problèmes, l'auteur montre que le développement en série simple donne un résultat plus rapidement approché. Dans ce cas, il vérifie, d'ailleurs, par l'expérience les résultats que lui a fournis la théorie. Il prend pour cela une plaque de verre carrée et mesure le déplacement du centre, en supposant la charge uniformément répartie sur la plaque. Il montre que cette expérience pourrait servir, à défaut de moyens plus simples, à déterminer le coefficient d'élasticité de la plaque.

Dans les cinq autres problèmes, la méthode qu'a suivie l'auteur est analogue à celle qu'il indique pour traiter le problème de Navier; mais les calculs sont beaucoup plus laborieux. Cela tient à ce que, dans le cas où la plaque a des bords libres, les conditions analytiques (conditions dues à Kirchhoff) ne sont plus monômes. Néanmoins, M. Estanave trouve l'expression générale du déplacement.

En particulier, lorsque la plaque a trois bords appuyés et un bord libre, en supposant la charge uniforme, il détermine encore par l'expérience le déplacement du centre de la plaque et du milieu du bord libre. Il vérifie ainsi les résultats de la théorie, résultats qui, pour être obtenus, ont nécessité le calcul numérique de fonctions hyperboliques. La vérification expérimentale a ici une importance toute particulière, car elle démontre l'exactitude des conditions au contour déduites par Kirchhoff du Calcul des variations et trouvées

intuitivement par M. Boussinesq dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 10 avril 1871.

Après avoir examiné ces six problèmes, dont un seul, le problème de Navier, avait été traité, M. Estanave résume dans un tableau les résultats de ses recherches. Ce tableau permet de comparer les valeurs des déplacements du centre et du milieu des bords libres d'une même plaque carrée soumise à une charge uniforme, et dont les conditions au contour sont différentes.

Dans une deuxième partie de son Mémoire, l'auteur indique rapidement les résultats qu'on peut tirer, au point de vue de la sommation des séries trigonométriques, de l'identité qu'il a démontrée précédemment. Il examine les cas où la charge est constante ou bien fonction entière, pour chaque point, d'une des coordonnées de ce point, et indique les séries obtenues; il vérifie, d'ailleurs, ses résultats en effectuant directement la sommation des séries.

Le Mémoire de M. Estanave constitue un travail théorique complet, consciencieusement fait, sur la question de l'équilibre des plaques rectangulaires minces dans les différents cas; par les calculs numériques et les applications qu'il contient, il pourra rendre des services aux ingénieurs.

P. APPELL,
de l'Académie des Sciences,
Professeur de Mécanique rationnelle
à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

2° Sciences physiques

De Bast (Omer), Professeur à l'École industrielle de Liège, Répétiteur à l'Institut Electro-technique Montefiore. — *Éléments du calcul et de la mesure des Courants alternatifs.* — 1 vol. in-8° de 190 pages avec 75 fig. (Prix relié : 7 fr. 50). Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1900.

Le livre de M. de Bast, qui a paru en divers articles dans le *Bulletin de l'Association des ingénieurs électriciens sortis de l'Institut Electro-technique Montefiore*, s'adresse spécialement « aux électriciens possédant une préparation mathématique insuffisante pour aborder la lecture des ouvrages qui traitent les questions relatives aux courants alternatifs par le Calcul différentiel et intégral. » C'est dire qu'il y est fait grand usage de la méthode géométrique et des constructions où interviennent des vecteurs.

Le rôle de la self-induction, celui d'une capacité intercalée sur le circuit, sont indiqués, représentés par des graphiques, et figurés par des constructions géométriques. Des applications numériques empruntées à des exemples réels permettent de bien saisir les méthodes de calcul de l'énergie électrique dans le cas des courants alternatifs. Il s'agit toujours de calculs très simples, et qui n'exigent que l'Arithmétique et la Trigonométrie élémentaire. Un chapitre sur les courants polyphasés complète cette première partie.

La seconde partie est consacrée à la mesure des grandeurs électriques dans les circuits à courants alternatifs.

Le principe des méthodes de mesure des quantités, des intensités de courants, des différences de potentiel, de l'énergie, de la puissance, est clairement et brièvement exposé. On n'a pas voulu donner une description détaillée des compteurs, mais une indication des méthodes, en particulier dans le cas de la puissance des courants polyphasés.

Bien qu'aujourd'hui il existe plusieurs ouvrages où la théorie des courants alternatifs est présentée sous

la forme géométrique, nous croyons que peu de livres résumés aussi brièvement et aussi simplement toutes les connaissances élémentaires essentielles à l'étude de ces courants.

BERNARD BRUNHES.

Directeur de l'Observatoire
du Puy-de-Dôme.

Gildemeister (E.) et Hoffmann (Fr.) — Les Huiles essentielles. (Traduction de M. A. Gault, avec une préface et des annotations de M. A. Haller). — 1 vol. in-8° de pages. (Prix : 25 fr.) Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1900.

On vit naguère, pendant plusieurs années, les recherches chimiques viser surtout à l'élaboration d'une théorie devant permettre de grouper les faits qui s'étaient accumulés jusqu'alors. Les chimistes, détournant leurs regards des principes immédiats des végétaux, dont l'étude les avait un instant passionnés, dirigèrent leurs efforts en vue de consolider les doctrines atomiques, et il devint possible de dresser, dans les traités classiques de Chimie, un tableau exact de l'ensemble des connaissances sur la science de la matière.

Mais, lorsque les faits connus furent parfaitement catalogués, lorsque furent énoncées avec clarté les lois fixant les relations entre la structure intime des corps et la façon dont ces corps sont capables de se modifier, il devint de plus en plus séduisant d'isoler les principes naturels, d'étudier leur composition, d'établir leur constitution, d'en effectuer la synthèse. La littérature chimique s'enrichit alors rapidement, et de plus en plus pénible fut la tâche consistant à rassembler les nouveaux documents disséminés dans les divers recueils scientifiques et dans lesquels la vérité se trouvait souvent masquée par la controverse. De plus en plus, on ressentit la nécessité de se cantonner pendant longtemps dans un sujet pour en connaître les obscurs recoins. L'exposé de toute question nouvelle devait désormais, en raison de l'originalité des faits et de l'abondance des documents, faire l'objet d'une monographie spéciale pour être utile non seulement à la Science, mais encore et surtout à l'Industrie, dont la nécessité de production grandit en même temps que s'accroît chez l'homme le besoin de bien-être.

En particulier, l'étude des essences, reprise il y a une quinzaine d'années seulement par MM. von Baeyer, Barbier, Bertram, Bouchardat, Bouveault, Semmler, Tiemann, Wallach, Wagner, etc., fit faire à la Chimie un pas immense en dévoilant l'existence d'espèces jusque-là inconnues et douées de propriétés extrêmement curieuses.

Aussi, cette intéressante question des huiles essentielles méritait-elle qu'une place particulièrement importante lui fût réservée dans le système de nos connaissances chimiques. C'est ce que nous avons eu en vue de réaliser, M. J. Dupont et nous, en faisant paraître, dès le mois de janvier 1897, dans l'*Agenda du Chimiste*, un travail qui fut le plan d'un ouvrage sur *les Huiles essentielles et leurs principaux constituants*, publié deux ans plus tard par MM. Charabot, Dupont et Pillot. De leur côté, MM. Gildemeister et Hoffmann ont écrit un Traité consacré plus spécialement aux huiles essentielles. Traité dont M. Gault vient de nous donner la traduction. Il s'agit là d'une œuvre de la plus grande utilité, aussi bien par les documents scientifiques qu'elle contient, que par les données pratiques et les renseignements économiques qui y sont consignés.

Depuis bientôt dix ans, nous n'avons cessé de suivre avec le plus vif intérêt les beaux travaux de MM. Bertram, Gildemeister, Walbaum, Stephan, chimistes du laboratoire de MM. Schimmel et C^{ie}. Nous savons tout le soin que ces savants ont coutume d'apporter à leurs publications. Aussi n'avons-nous que des éloges à adresser à MM. Gildemeister et Hoffmann.

Leur intéressant ouvrage débute par une étude historique des huiles essentielles, étude qui renferme les documents les plus curieux sur l'origine de l'industrie de la distillation. Plus loin sont passés en revue rapi-

dement les principes constitutifs des essences. Enfin — et c'est la partie capitale de l'ouvrage — l'histoire des huiles essentielles se trouve exposée avec tous les détails que comporte l'état actuel de nos connaissances sur la question.

Tous les sujets sont traités avec une précision qui révèle la rare compétence des auteurs. C'est donc un agréable devoir que nous remplissons en conseillant la lecture de ce bel ouvrage aux personnes que cette question des huiles essentielles peut intéresser soit au point de vue purement spéculatif, soit au point de vue commercial ou industriel.

EUG. CHARABOT,
Docteur ès Sciences.

Hugot (Charles), Chef de Travaux à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — Recherches sur l'action du Sodammonium et du Potassammonium sur quelques métalloïdes (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure in-8° de 84 pages. Gauthier-Villars, imprimeur, Paris, 1900.

On sait que, en présence de l'ammoniaque liquide, c'est-à-dire à l'état d'ammoniums substitués (AzH^3M)², les métaux alcalins possèdent une faculté réactionnelle bien supérieure à celle qu'ils manifestent d'ordinaire à froid, lorsqu'ils sont libres. M. Hugot a étudié spécialement, dans sa thèse, leur action sur les principaux métalloïdes : iode, phosphore, arsenic, soufre, sélénium et tellure.

En faisant d'abord agir l'ammoniaque liquide seule sur l'iode sec, il obtient un iodure d'azote ammoniacal qui répond à la formule $AzI^3,3AzH^3$ et perd successivement, par voie de dissociation, une et deux molécules d'ammoniaque; tous ces corps sont cristallisés et naturellement fort instables.

Avec le phosphore rouge et les ammoniums sodé ou potassé, il obtient les combinaisons P^3Na , $3AzH^3$; P^3K , $3AzH^3$ et PNa^3 , PH^3 , suivant les proportions relatives des corps en présence. L'arsenic lui donne les composés AsM^3 , AzH^3 et As^4K^2 , AzH^3 ; enfin le soufre, le sélénium et le tellure se sont transformés purement et simplement en sulfures, séléniures et tellurures alcalins, ces derniers répondant aux formules M^2Se , M^2Se^4 , M^2Te et M^2Te^2 .

Au point de vue expérimental, ce travail nous paraît irréprochable; il est intéressant en ce sens qu'il nous fait connaître un certain nombre de corps nouveaux, impossibles à l'heure qu'il est de préparer autrement, mais il nous semble manquer quelque peu d'interprétations théoriques ou tout au moins d'esprit de généralisation. Quelle peut être, par exemple, la structure moléculaire des composés P^3Na , $3AzH^3$ et P^3K , $3AzH^3$? On serait assez tenté d'y voir des combinaisons du phosphore rouge non dépolymérisé et il eût été intéressant de rechercher si le phosphore ordinaire donne, dans les mêmes conditions, naissance aux mêmes corps: M. Hugot ne l'a pas fait. C'est une lacune, et nous pourrions en citer d'autres, que l'auteur s'efforcera, sans doute, de combler dans l'avenir. L. MAQUENNE,

Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

3^e Sciences naturelles

De Launay (L.), Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines. — Géologie pratique et petit Dictionnaire technique des termes géologiques les plus usités. — 1 vol. in-18 de 314 pages avec 41 figures. (Prix : 3 fr. 50) Librairie Armand Colin, Paris, 1900.

« Ce livre de Géologie pratique est destiné surtout à ceux qui, ne sachant pas de Géologie, ont pourtant besoin de quelques-unes des connaissances auxquelles elle amène. » Tel est le but que M. de Launay s'est proposé. Ce livre n'est donc pas un traité de Géologie s'adressant plus ou moins à des initiés, mais une sorte de guide dont peuvent tirer parti les plus ignorants. Il suffirait, pour en mettre l'utilité en évidence, de reproduire les têtes de chapitres. Toutes les applications de

la Géologie y sont traitées avec une érudition et une compétence remarquables. C'est une véritable œuvre de vulgarisation, qui, ainsi que l'auteur le souhaite, fera revenir bien des gens de leurs préventions contre la Géologie, réputée science aride; loin de ressasser des lieux communs, comme font la plupart des ouvrages dits de vulgarisation, celui-ci traite certaines questions d'une façon toute nouvelle. Je signalerai en particulier les chapitres relatifs aux applications de la Géologie à l'Agriculture, qu'il s'agisse du rôle du sol, des engrais, des amendements ou du drainage. Pour donner une idée du soin apporté à l'étude de tous les problèmes dans un but vraiment pratique, je ne puis mieux faire que de signaler, dans le chapitre consacré à la recherche des minerais, les paragraphes concernant les formalités administratives à remplir pour formuler une demande de recherche ou de concession.

Un dictionnaire technique termine le volume; il a le grand avantage d'expliquer les termes spéciaux employés dans la nomenclature géologique et de donner les caractères des principaux fossiles. C'est un très heureux complément du livre.

On doit déjà à M. de Lannay plusieurs importants ouvrages sur les applications de la Géologie; ils ont eu un succès mérité; mais il est facile de prévoir pour la *Géologie pratique* un succès encore plus grand.

J. BERGERON,
Professeur de Géologie
à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

Soury (Jules), *Docteur ès lettres, Directeur d'études à l'École pratique des Hautes-Études, à la Sorbonne.* — **Le système nerveux central. Structure et fonctions. Histoire critique des théories et des doctrines.** — 2 vol. gr. in-8° avec figures. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1900.

Cet ouvrage est consacré à l'étude de tout ce qui a été écrit sur l'anatomie et la physiologie du système nerveux central, depuis les philosophes grecs jusqu'à nos jours.

La première partie de l'ouvrage, le tiers environ, est consacrée à l'antiquité et aux temps modernes. Elle comprend l'exposé de toutes les théories relatives à la structure et aux fonctions des organes de la vie, de la sensibilité et de la pensée, depuis Alcéméon de Crotoné (vers 500) jusqu'à Broca, Fritsch et Hitzig. Toutes ces théories sont exposées avec un détail, une précision, une sûreté d'analyse et de critique véritablement hors ligne.

La période contemporaine commence à Broca qui, le premier, établit scientifiquement la localisation cérébrale d'une fonction de l'intelligence. Dans cette partie, qui comprend presque les deux tiers de son ouvrage, M. J. Soury étudie les fonctions du système nerveux central, les voies sensitives et motrices, les voies sensorielles, les voies d'association et commissurales. Le chapitre consacré à l'écorce cérébrale est des plus importants, et il en est de même de ceux consacrés à la cœnésthésie, aux émotions, à la vision, à l'audition, à l'olfaction et à la théorie des neurones.

Cette partie de l'ouvrage comprend l'analyse et la critique d'un nombre considérable de travaux et représente une somme de labeur dont seuls peuvent se faire une idée ceux qui font des recherches basées sur des textes originaux.

L'œuvre de M. J. Soury n'a son analogue dans aucun pays et représente un travail et une étendue de connaissances extraordinaires. Pour l'entreprendre, il fallait non seulement être tout à la fois un linguiste et un philosophe, un psychologue et un neurologiste, mais il fallait encore, pour la mener à bien, posséder l'érudition et la puissance d'analyse qui caractérisent depuis si longtemps les travaux de ce savant.

Après avoir lu l'ouvrage de M. Soury, on se rend compte du service immense rendu par l'auteur à sa génération, car nous pouvons maintenant avoir une idée complète de tout ce qui a été dit et fait sur l'ana-

tomie et la physiologie du système nerveux depuis l'Antiquité jusqu'à aujourd'hui et embrasser d'une vue synthétique la marche progressive des connaissances humaines dans ce domaine¹.

J. MAREY,
de l'Académie des Sciences,
Professeur au Collège de France.

Fenizia (C.), *Professeur à l'Université de Naples.* — **Storia della Evoluzione.** — 1 vol. in-8° de 400 pages de la Collection des « *Manuels Hoepli* ». (Prix : 3 fr.) *Ulrico Hoepli, éditeur. Milan, 1901.*

M. Fenizia a donné, dans ce livre, l'histoire de la doctrine évolutionniste, qu'il a divisée en quatre périodes : une *antique*, allant des philosophes grecs à Vanini et à Giordano Bruno; une *moyenne*, qui débute par l'application du microscope aux études d'histoire naturelle et se termine aux philosophes de la Nature, Goëthe, Treviranus, Oken; une période *moderne*, où la théorie de l'évolution prend réellement corps avec Kant, Lamarck, les Geoffroy Saint-Hilaire, Lyell, Spencer et Wallace, et enfin une période *contemporaine*, durant laquelle la doctrine s'établit définitivement; elle débute naturellement par Darwin.

Certes, le livre de M. Fenizia n'est pas entièrement original, comme il en avertit, d'ailleurs, le lecteur dans l'introduction: bien des fois, on a déjà fait, plus ou moins complètement, l'histoire des idées évolutionnistes, d'abord vagues, nuageuses, puis se précisant de plus en plus, à mesure que les faits s'accumulaient, que les objections d'ordre théologique perdaient de leur force, et que les esprits s'écartaient de plus en plus de la fumeuse métaphysique.

Mais le livre de M. Fenizia me paraît détaillé et complet, surtout en ce qui concerne les précurseurs italiens, philosophes ou naturalistes. On lira encore avec intérêt l'histoire de l'opposition faite à Darwin, qui a été traitée officiellement (je ne dirai pas où) « d'amateur intelligent, dont les longues recherches sur les races de Pigeons prouvent seulement le manque de véritable esprit scientifique », sans compter les aménités ecclésiastiques qui ne lui ont pas manqué.

Cette histoire de l'Évolution ne va guère au delà de Darwin; quelques pages à peine sont consacrées à ses successeurs immédiats, apologistes ou contradicteurs; les Écoles du néo-darwinisme et du néo-lamarckisme, les théories d'Hæckel et de Weismann, les idées biomécaniques de Roux et Delage sont indiquées trop rapidement, de sorte que l'ouvrage ne donne pas une idée suffisante de l'état actuel des esprits touchant les causes de l'Évolution. Il est vrai qu'il y a là matière à un livre nouveau, dont les conclusions montreraient, à mon sens, que la doctrine évolutionniste a singulièrement évolué depuis son génial fondateur.

L. CÉNONOT,
Professeur à l'Université de Nancy

4° Sciences médicales

Nimier (H.), *Professeur au Val-de-Grâce, et La-val* (Ed.), *Médecin aide-major de première classe.* — I. **Les Explosifs, les Poudres, les Projectiles d'exercice. Leur action et leur effet vulnérant.** — 1 vol. in-12 de 192 pages avec 18 figures. (Prix : 3 fr.) — II. **Les Armes blanches. Leur action et leurs effets vulnérants.** — 1 vol. in-12 de 488 pages avec 39 figures. (Prix : 6 fr.) — III. **De l'infection en Chirurgie d'armée. Evolution des blessures de guerre.** — 1 vol. in-12 de 400 pages avec figures. (Prix : 6 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1901.

Ces trois volumes continuent et complètent la série des études concernant les blessures de guerre, commencée par un volume analysé ici même, sur l'action

¹ Ce compte rendu est le Rapport présenté à l'Académie des Sciences par la Commission chargée de décerner le prix Montyon pour 1900, prix que l'Académie vient d'attribuer à notre éminent collaborateur. De son côté, l'Académie de Médecine a tenu à témoigner aussi sa particulière estime à M. Jules Soury en décernant le prix Saintour à son beau

vulnérante des projectiles de guerre. Ils sont écrits avec la même méthode, et sur le même plan. Cette unité de conception et d'exécution en rend la lecture facile et attrayante et donne aux faits et documents très nombreux, un enchaînement logique qui permet d'en saisir l'intérêt, la portée et l'enseignement. Nous ne pouvons donner qu'un court aperçu des matières traitées par MM. Nimier et Laval, mais il suffira à en faire comprendre l'importance scientifique.

I. Les attentats anarchistes ont, dans ces dernières années, attiré l'attention du public sur les blessures qui résultent de l'explosion de corps doux, sous un petit volume, d'une énergie considérable. C'est d'après l'examen approfondi de ces faits, et aussi sur des données antérieurement déduites d'explosions accidentelles, de poudrières, de torpilles ou d'obus, que MM. Nimier et Laval ont établi leurs conclusions.

Les traumatismes que les explosifs déterminent sur le corps humain sont dus à l'action directe des gaz résultant de l'explosion, action analogue à celle du vent soufflant en tempête, et aussi aux projectiles, combinés d'avance (balles, clous) ou éventuels (fragments de bois, de verre, poussières), que ces *jets gazeux* animent d'une vitesse initiale souvent considérable. C'est ainsi qu'agissent la dynamite, le coton-poudre, l'acide picrique (mélinite), etc. MM. Nimier et Laval étudient en détail les effets de chaque explosif, et terminent leur intéressant volume par la description des accidents de la guerre, des mines et de ceux qui sont produits par les balles à feu. Le dernier chapitre est consacré à l'examen des effets vulnérants des fausses balles, servant de projectiles d'exercices, effets qui sont semblables à ceux produits par les explosifs.

II. L'augmentation sans cesse croissante de la distance à laquelle les projectiles peuvent atteindre l'adversaire a abaissé la proportion des blessures par les armes blanches à un taux pour ainsi dire négligeable. Il était de 1,50 pour 100 pour la guerre de Crimée, de 1,3 seulement pour la guerre franco-allemande; il descendra encore dans les prochaines guerres. De nos jours, il ne garde quelque importance que dans les expéditions coloniales, le sabre, la lance et la flèche restant, pour les tribus non civilisées, les armes favorites, celles dont elles se servent avec le plus d'habileté et le plus de succès. Enfin, il faut compter avec le tempérament spécial de certains peuples, à la tête desquels a toujours été le peuple français, qui les porte à préférer l'arme blanche à toutes les autres, pour que l'on ne puisse songer encore à supprimer de la Pathologie l'étude des blessures que produisent l'épée, le sabre ou la baïonnette.

MM. Nimier et Laval divisent les armes blanches en *armes tranchantes*, comprenant le sabre et accessoirement la hache d'abordage, et en *armes piquantes*, (baïonnette, épée, pointe du sabre, lance, flèche). Les blessures causées par ces différentes armes offensives offrent des types cliniques bien distincts, que les auteurs se sont attachés à définir avec soin, en fournissant, à l'occasion de chacune d'elles, les principales données historiques, balistiques et militaires qui s'y rapportent. Le mécanisme d'après lequel se produisent les lésions est particulièrement bien élucidé: le traitement est indiqué d'une façon claire et concise. Le chapitre consacré à la baïonnette fait apprécier à leur valeur la méthode et la documentation de MM. Nimier et Laval.

Le livre se termine par un court chapitre, sorte d'appendice consacré aux armes défensives, dont la cuirasse est la seule qui soit encore en usage dans les armées européennes. Elle est cependant perforée par

la plupart des projectiles employés à notre époque, et, si elle peut protéger le cavalier contre les coups de sabre, elle ne fait, en se laissant pénétrer, que rendre plus graves les coups de feu qu'elle devrait servir à éviter. Aussi est-elle à la veille de lomber en désuétude: une des plus grandes Puissances militaires de l'Europe, l'Allemagne, l'a déjà supprimée de son armement.

III. La plupart des blessures produites par les projectiles, les explosifs, les armes blanches, lorsqu'elles ne sont pas immédiatement mortelles, devraient cicatriser et guérir sans complications, avec les méthodes si rigoureuses de désinfection des plaies que nous possédons à notre époque. Si l'on étudie chez les blessés la nature des infirmités qu'ils conservent ou la cause de leur mort, on est frappé du rôle prépondérant joué par l'infection. Les médecins militaires doivent donc avoir pour objectif principal d'éviter l'entrée en scène des germes infectieux, et de combattre énergiquement les accidents dont ils pourraient devenir l'origine. Cette notion bien simple, qui domine toute la Chirurgie d'armée, est, hélas! encore trop méconnue de nos jours par un grand nombre de médecins qui seraient appelés en cas de guerre à donner leurs soins aux blessés. C'est pour ceux-là que la lecture du livre de MM. Nimier et Laval sera particulièrement utile et instructive; elle leur rappellera les désastres chirurgicaux des guerres de Crimée, d'Italie, de la guerre de 1870 et leur montrera, en comparant l'évolution d'une plaie par coup de feu, peu ou point infectée, avec une plaie infectée, les conséquences prochaines et éloignées d'une insuffisante connaissance de l'antisepsie.

En effet, les mains des chirurgiens sont une des sources les plus ordinaires de l'infection des blessures de guerre: on ne saurait trop le répéter, et nous nous permettrons de trouver que MM. Nimier et Laval n'ont pas assez insisté sur ce point. Dans un livre si riche en faits et en observations, il manque quelques exemples typiques de ce mode — habituel, redisons-le, — de contamination des plaies. L'asepsie du chirurgien est plus indispensable que celle des balles ou des épées.

Les balles sont, en effet, généralement aseptiques, les sels qui se forment aux dépens de leurs enveloppes métalliques suffisant généralement à la destruction des germes déposés à leur surface. A ce titre, la balle à chemise de cuivre est plus aseptique que la balle à chemise de maillechort (Lebel), et surtout que la balle à chemise d'acier (balle allemande). Mais, en tout cas, elles sont généralement peu septiques, bien que ni l'échauffement de la balle dans le canon du fusil, ni la déflagration de la poudre ne suffisent à les stériliser si elles sont contaminées par des microbes très virulents, ainsi qu'il résulte des expériences entreprises sur ce point par MM. Nimier et B. Vincent. Les fragments de vêtements, entraînés dans les tissus par les projectiles, ne doivent pas non plus être le plus souvent incriminés, bien qu'on puisse admettre qu'ils soient susceptibles, dans certains cas, d'être souillés par les espèces bactériennes les plus virulentes. Mais c'est surtout l'épiderme, les muqueuses, les cavités naturelles qui contiennent une flore microbienne extrêmement variée et dont la virulence est aisément mise en action ou réveillée par le traumatisme. Il va sans dire que la question du terrain joue un rôle considérable dans le développement consécutif de l'infection.

Donc, mains du chirurgien, état microbien et résistance du blessé, accessoirement contamination des projectiles, tels sont les facteurs de l'infection en Chirurgie d'armée. Un danger dont on est averti peut être aisément prévenu: dans l'espèce, la diffusion des pratiques antiseptiques, l'amélioration de l'hygiène individuelle du soldat en campagne seront les conditions essentielles d'une saine évolution des blessures de guerre, qui réduira à leur minimum les sacrifices encore trop nombreux des vies humaines. C'est là la conclusion naturelle de l'ouvrage de MM. Nimier et Laval, et dont elle suffit à montrer l'utilité et l'intérêt.

D^r GABRIEL MAURANGE.

livre, que M. Landouzy n'a pas hésité à qualifier: « un ouvrage fait d'une libre critique mise au service d'une érudition qui confond autant par son étendue que par sa précision ». Le rapporteur à l'Académie, M. Vallin, s'est étendu aussi sur les mérites de cette œuvre considérable: elle restera, a-t-il dit « comme le résumé des efforts tentés dans l'examen des doctrines » relatives au système nerveux pendant la dernière moitié du siècle qui vient de finir.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Décembre 1900.

M. P. Painlevé est élu membre de la Section de Géométrie en remplacement de M. Darboux, nommé secrétaire perpétuel.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Guillaume présente ses observations du Soleil, faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1900. La surface totale des taches a diminué des $\frac{4}{5}$; les facules ont diminué tant en nombre qu'en étendue. — M. D. Eginitis a observé à Athènes les Léonides dans les soirées du 14 au 17 novembre; il y avait deux points radiants dans ζ Lion et Régulus. Les 23 et 24 novembre, il a aperçu aussi quelques Biélides. — M. Rodriguez communique les observations des Léonides faites à l'Observatoire du Vatican, à Rome, dans la nuit du 14 au 15 novembre. — M. Léopold Téjer démontre que la série de Fourier d'une fonction bornée et intégrale appartient à la classe des séries pour lesquelles une certaine limite existe. — M. W. Stekloff démontre que la méthode de Neumann fournit la solution du problème intérieur de Dirichlet, quelle que soit la fonction continue f à laquelle doit se réduire sur (S) la fonction harmonique cherchée. Il en est de même du problème extérieur de Dirichlet.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ponsot démontre que, à la limite extrême de raréfaction, soit sous volume constant, soit sous pression constante, la chaleur spécifique moléculaire d'un composé gazeux est inférieure à celle du mélange de ses éléments obtenu par dissociation. — M. H. J. S. Sand indique une formule qui sert à exprimer la concentration aux électrodes dans la solution d'un seul sel ou d'un mélange. L'auteur en déduit qu'il est possible d'empêcher l'évolution d'hydrogène pendant l'électrolyse d'une solution acide de sulfate de cuivre en agitant très fortement le liquide. — M. Eug. Demarcay indique les raies situées entre λ 5.000 et λ 3.500 du spectre de lignes du samarium. La substance qui a servi à les obtenir était à un grand degré de pureté; elle ne contenait que des traces de Gd, λ et Σ —Zr. — M. Marcel Guichard a obtenu la réduction totale des oxydes de molybdène à une température inférieure à 600°. L'oxydation du molybdène par la vapeur d'eau ne commence que vers 700°. Par oxydation progressive du molybdène dans la vapeur d'eau ou des mélanges d'hydrogène et de vapeur d'eau, on n'obtient jamais d'autres oxydes anhydres que MoO² et MoO³. Vers 800°, on peut obtenir du molybdène métallique par réduction totale de ses oxydes au moyen d'un mélange d'hydrogène et de vapeur d'eau de pression totale égale à la pression atmosphérique, et pourvu que la pression de la vapeur d'eau soit inférieure à 350 millimètres. — M. Ch. Camichel, à propos d'une note récente de M. Lemoult, rappelle qu'il a déjà démontré la loi suivante: Si l'on dissout des poids des dérivés des indophénols proportionnels aux poids moléculaires dans le même volume du dissolvant, les différents spectres obtenus présentent une bande rouge de position invariable. — M. F. Wallerant montre que lorsque les particules complexes qui constituent les corps cristallisés ne sont pas cubiques, elles doivent être considérées comme des particules cubiques déformées. De cette définition résulte que les formes primitives de tous les cristaux ont même signification physique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Béhal et C. Phisalix ont reconnu, par des réactions chimiques et physiolo-

giques, que le principe actif du venin sécrété par le *Iulus terrestris* est de la quinone. — M. S. Jourdain a étudié le venin de la glande forcipulaire de la *Scelopendra morsitans*. Des petits mammifères mordus par la scolopendre ne tardent pas à succomber; chez l'homme, il se produit une inflammation locale. Il est probable qu'on se trouve en présence d'un vrai venin, et non d'un corps analogue à la quinone comme chez les Iules. — M. E. Rodier a reconnu que la température de congélation du sérum sanguin chez les différentes espèces de Sélaciens est très voisine de celle de l'eau dans laquelle ils vivent. Chez un même animal, le liquide péricardique, le liquide péritonéal et aussi le liquide utérin ont le même point de congélation que le sérum sanguin, quoiqu'ils contiennent généralement plus de chlorures. — M. R. Kœhler a constaté que les Echinides et les Ophiures capturées par la *Belgica* dans les régions antarctiques offrent un faciès tout à fait spécial et sans aucune analogie ni avec les formes arctiques et subarctiques, ni avec les formes subantarctiques déjà connues. Ce fait est absolument contraire à la théorie de la bipolarité des faunes. — M. Ab. Netter examine les mœurs des Abeilles au double point de vue des Mathématiques et de la Physiologie expérimentale. Pour lui, les Abeilles fonctionnent automatiquement en toutes leurs évolutions. — M. M. Bra a constaté que le champignon qu'il a isolé des tumeurs cancéreuses n'est pas un blastomycète. Il peut végéter en blastomycète, mais il se reproduit aussi par endospores et présente un état filamenteux. Il appartient, par conséquent, à un ordre plus élevé.

Séance du 17 Décembre 1901.

Séance publique annuelle¹.

Séance du 24 Décembre 1900.

M. E. Guyou a obtenu, par la méthode de l'analyse harmonique, des formules et tables permettant de calculer les heures et hauteurs des pleines et basses mers, connaissant les hauteurs d'heure en heure. — M. C. Guichard recherche les congruences dont les deux réseaux focaux sont cycliques. — M. W. Stekloff poursuit ses études sur l'emploi de la méthode de la moyenne arithmétique de Neumann à la solution du problème de Dirichlet. — M. A. Liapounoff étudie une série relative à la théorie d'une équation différentielle linéaire du second ordre. — M. M. Krause, à la suite de ses recherches sur les fonctions θ à trois variables, montre la possibilité de former des systèmes orthogonaux de soixante-quatre coefficients dont les éléments sont eux-mêmes des produits de fonctions θ et donnent tous les systèmes possibles. — M. G. Kœnigs est arrivé à construire un compas composé, dit homographique, réalisant par des articulations l'homographie plane générale. Cet appareil peut donner, par exemple, la construction de la formule Euler-Savary. — M. Jougnet indique les conditions suffisantes pour que le théorème des tourbillons en Thermodynamique soit vrai en l'absence de toute viscosité. — M. P. Duhem communique ses recherches sur le théorème d'Hugoniot et quelques théorèmes analogues relatifs aux ondes d'ordre n .

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Poincaré étudie les variations des cotes barométriques simultanées aux jours de la révolution synodique. — M. A.-B. Chauveau communique les résultats des observations de l'électricité atmosphérique faites à la Tour Eiffel et au Bureau central météorologique. La variation du champ

¹ Voyez ce même fascicule, page 1.

avec l'altitude est modifiée par les saisons; mais cette influence, considérable au voisinage du sol, cesse de se faire sentir à une trentaine de mètres au-dessus. — **M. H. Chevallier** a reconnu que les petites oscillations de température ont un rôle plus efficace que les échauffements à température physiquement constante dans la production des modifications permanentes des fils métalliques, estimées d'après les variations de la résistance électrique. — **M. René Paillet** a constaté que, dans une pile formée de deux électrodes de fer plongées dans l'eau acidulée, et dont l'une des électrodes est aimantée, la force électro-motrice d'aimantation tend toujours vers une limite, déterminée pour un échantillon de fer et un acide donnés. — **M. J. Borgman** communique de nouvelles observations sur les phénomènes de luminescence qui se produisent dans un tube en verre rempli d'un gaz raréfié et muni d'un fil de platine tendu, communiquant à l'un des pôles d'une bobine de Ruhmkorff. — **MM. Foveau de Courmelles et G. Trouvé** décrivent des appareils permettant diverses applications physiologiques de la lumière produite par une lampe à incandescence, l'action des rayons étant considérablement concentrée par la réflexion sur un miroir parabolique. — **M. F. Caubet** considère les isothermes qu'il a obtenues dans la liquéfaction des mélanges gazeux. En dehors des points situés sur la courbe de saturation, l'isotherme théorique coupe l'isotherme pratique en un nombre impair de points aux températures inférieures à la température critique, et en un nombre pair aux températures de condensation rétrograde. — **M. Albert Colson** a observé qu'en dehors de toute excitation électrique ou lumineuse, un tube à vide en verre émet des gaz réducteurs qui se renouvellent à mesure de leur absorption, comme s'ils possédaient une tension fixe, et dont le pouvoir réducteur dépasse celui de l'hydrogène libre. — **M. O. Boudouard** a étudié la réaction réversible: $2CO=CO^2+C$ à diverses pressions; la formule de **M. Le Chatelier**, donnant l'équilibre des systèmes gazeux à toute température, se vérifie encore. On pourra donc s'en servir pour déterminer la composition du mélange gazeux résultant de l'action de l'air sur le charbon à différentes températures. — **M. M. Berthelot** a introduit des feuilles d'argent et de l'oxygène dans des tubes scellés qu'il a soumis à diverses températures. La combinaison commence vers 200° , même à la pression de l'oxygène dans l'air, et va en augmentant jusque vers 500° - 550° . Les quantités d'oxyde formé qui persistent après refroidissement sont minimes, mais toujours d'autant plus grandes que la température maximum a été plus élevée. En même temps que la combinaison a lieu, une portion de l'argent se désagrège et se réduit en poussière lanugineuse. L'auteur a constaté également que les lois ordinaires ne s'appliquent pas aux débuts des combinaisons. — **M. Berthelot** a répété les expériences précédentes avec l'oxyde de carbone. Entre 300° et 500° l'argent se désagrège et du carbone se dépose. Il s'est peut-être formé un composé intermédiaire analogue au nickel-carbonyle qui s'est détruit ensuite avec production d'argent et de carbone. — Le même auteur a étudié encore l'action de l'hydrogène sur l'argent. Il y a eu des traces de désagrégation; peut-être s'est-il formé un hydrure métallique très instable? — **M. Fonzes-Diacon** a préparé le séléniure cuivrique par l'action de H^2 Se sur le chlorure cuivrique anhydre. Il a obtenu le séléniure cuivrique par voie humide sous forme d'un précipité vert; ce même composé, parfaitement cristallisé, prend naissance dans la réduction du séléniure cuivrique par l'hydrogène, dans la réduction du séléniure de cuivre par le charbon, et dans l'action de H^2 Se sur les chlorures de cuivre à haute température. — **M. V. Thomas**, en traitant le chlorure thalleux par le brome en présence de l'eau, a obtenu, par concentration de la solution, une série de produits; d'abord des lamelles hexagonales orangées de formule $Th^1 Cl^2 Br^3$, puis un mélange d'aiguilles et de lamelles, puis des lamelles orange-jaune dont il poursuit l'étude. — **M. Oechsner de Coninck** a

déterminé la densité des solutions aqueuses et alcooliques de nitrate d'uranium, puis la solubilité de ce sel dans divers dissolvants minéraux et organiques, enfin sa chaleur de dissolution dans l'eau et dans l'alcool. — **MM. L. Bouveault et A. Wahl** ont étudié l'action des réducteurs sur les deux nitrodiméthylacrylates d'éthyle isomères. Le sodium réagit sur l'éther α pour donner du nitro-isobutylène; l'amalgame d'aluminium donne l'aminodiméthylacrylate d'éthyle. Cette dernière fournit avec KCAz l'uréodiméthylacrylate, avec l'isocyanate de phényle la phénylurée correspondante, qui se transforme avec les alcools en isopropénylphénylhydantoïne. — **M. A. Fernbach** a isolé une nouvelle diastase, la *tannase*, qui, dans la fermentation gallique, transforme le tanin en acide gallique; cette diastase est secrétée par l'*Aspergillus niger*. — **M. H. Pottevin** est arrivé aux mêmes résultats, indépendamment de **M. Fernbach**; dans la réaction, il se produit toujours une certaine quantité de glucose. — **M. P. Portier** a ajouté divers sucres à du sang de chien ou de lapin; les seuls qui subissent la glycolyse sont le lévulose, le galactose et le maltose. — **M. H. Causse**, répondant à une note de **M. Molinié**, conclut que le paradiazobenzènesulfonate de sodium est bien un réactif du cystinate de fer contenu dans les eaux contaminées; il est vrai que d'autres corps réagissent avec lui, mais avec une teinte propre à chacun d'eux. — **M. G. André** a étudié les transformations chimiques qui se passent pendant l'évolution du bourgeon. Il est permis de comparer l'évolution du bourgeon avec la germination de la graine, tant au point de vue de la distribution de la matière minérale que de la transformation des substances organiques. — **M. H. Carette** a extrait de l'essence de Rue la méthylonyl-cétone; elle est incolore et non fluorescente. Elle donne une oxime et deux produits de condensation avec le benzylal.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Charrin**, étudiant les albuminuries intermittentes, a constaté que les maxima de plusieurs phénomènes (élimination de l'albumine; toxicité, densité, degré de congélation de l'urine; pression vasculaire) s'observent sensiblement au même moment de la journée. — **MM. O. F. Mayet et J. Bertrand** indiquent un moyen d'étudier les mouvements amiboïdes des globules blancs du sang de l'homme dans la phagocytose du bacille d'Eberth. — **M. G. Marinesco** a étudié les modifications cytométriques et caryométriques des cellules nerveuses motrices après la section de leur cylindraxe. Elles se rapprochent de celles dues à la résection du nerf hypoglosse dans ce sens que, dans les deux cas, après la phase de réaction avec augmentation du diamètre maximum du corps cellulaire, du noyau et du nucléole, il s'ensuit l'atrophie progressive de toutes ces parties, avec ou sans ébauche de réparation. — **M. Ed. Rogez**, au sujet d'une récente note de **M^{lle} Barthelet** sur la télégonie chez les souris, pense que des résultats négatifs ne prouvent rien et qu'il suffit d'un seul cas positif authentique pour mettre hors de doute l'existence de la télégonie. — **M. A. Giard** répond que les résultats postifs ne seront pas toujours probants, surtout dans le cas des souris blanches, étant données la difficulté qu'on éprouve à opérer sur des races pures, et l'influence possible de l'atavisme. — **MM. Y. et M. Delage**, dans le but de contrôler la théorie de la fertilisation chimique des œufs de Lœb, ont déterminé la proportion de magnésium dans les produits sexuels mâle et femelle des Oursins. La quantité de métal est à peu près la même dans les deux cas, et, s'il y avait une différence, elle serait plutôt en faveur des produits femelles, ce qui démontre l'inexactitude de la théorie proposée. — **M. G. Loisel** a reconnu que les ovules mâles et les cellules de Sertoli ont même origine (cellules germinatives) et mêmes caractères morphologiques (hypertrophie et polymorphisme). Ce sont des éléments qui semblent pouvoir se suppléer l'un l'autre, et qui, par conséquent, ont probablement même caractère physiologique. — **M. P. Vignon** communique de nouvelles expériences contraires à l'hypothèse qui

attribue aux granulations basilaires des cils le rôle de centres cinétiques. — M. L. Mangin pense que le parasite qui dévaste les plantations d'oignons en Provence, nommé *Fusarium Dianthi* par MM. Prilleux et Delacroix, ne constitue pas une espèce nouvelle, et doit être attribué au *Fusarium roseum*. Il serait également parasite pour la pomme de terre. — M. René Maire communique ses études cytologiques sur les Gastromycètes. Dans toutes les espèces étudiées, il y a fusion de deux noyaux seulement dans les jeunes basides. — MM. L. Matruchot et M. Molliard ont observé les variations de structure d'une algue verte, le *Stichococcus bacillaris* Näg., sous l'influence du milieu. — M. H. Ricôme a étudié le développement des plantes étioilées ayant reverdi à la lumière. Les réserves de la graine permettent à la plante de se développer sans l'action chlorophyllienne; si l'étiollement n'a pas été de trop longue durée, elle peut même paraître, quelque temps après la mise à la lumière, plus vigoureuse qu'une plante normale. La transpiration joue aussi un rôle dans le phénomène. — M. Lucien Daniel a constaté que la décortication annulaire peut amener un grossissement marqué du fruit dans les Solanées alimentaires et très probablement dans les autres familles qui fournissent des fruits comestibles. — M. A. Bresson a recherché l'âge des massifs granitiques de Causerets et du Néouvielle (Hautes-Pyrénées) et d'une partie des formations anciennes qui les bordent. Ces deux massifs ont dû traverser un grand pli synclinal, rempli par le Carbonifère. — M. Paul Choffat a déterminé des Ammonites trouvées non loin de Moçambique; elles se rapportent au Crétacé supérieur. Elles montrent une analogie frappante avec celles du Natal et de l'Inde, ce qui confirme l'existence d'une mer contournant le sud du continent africain. — M. Henrik Arctowski a observé, au cours du voyage de l'Expédition antarctique belge, des îlots bas complètement recouverts de neige, transformés en glace en dessous et descendant en pente douce vers la périphérie de l'île. Il existe donc des glaciers plats, et la grande calotte glaciaire de Croll peut fort bien recouvrir l'Antarctide. — M. J. Thoulet, après une étude critique des procédés de détermination de la densité de l'eau de mer, a été conduit à adopter l'aéromètre à volume et poids variable de M. Buchanan et à rapporter la densité à celle de l'eau distillée à 4°.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Décembre 1900.

M. Polailon à propos des travaux de M. Wlaeff, rappelle que c'est M. Mayet qui a le premier démontré la transmission du cancer de l'homme au rat. — M. A. Laveran présente un rapport sur un ouvrage de M. J. P. Cardamatis relatif à fièvre bilieuse hémoglobinurique en Grèce. L'auteur a recueilli concurremment 116.119 cas de paludisme et 1.519 de fièvre bilieuse hémoglobinurique, et il conclut que la dernière est une entité morbide bien distincte du paludisme. La médication quinquina a donné des résultats défavorables dans la fièvre bilieuse; l'auteur conseille le bleu de méthylène, les injections d'éther et de sérum artificiel. — M. Hanriot présente le rapport annuel sur le Service médical des eaux minérales et il conclut par les vœux suivants qui sont adoptés par l'Académie: 1° Une enquête sera faite, au besoin sur place, par les soins de l'Académie sur les diverses sources autorisées jusqu'à ce jour. L'autorisation sera retirée à celles dont l'exploitation aura cessé depuis plus de trois années. Une liste générale des sources autorisées sera dressée et publiée par l'Académie. 2° Il y a lieu d'étudier les mesures propres à constater les variations et à prévenir l'épuisement des nappes minérales; 3° Les Compagnies seront invitées à se conformer strictement aux conditions de leur autorisation. En cas de non-exécution, l'autorisation pourra leur être retirée; 4° L'analyse présentée et acceptée par l'Académie et la date de la mise en

bsouteilles seront inscrites sur chacune des bouteilles mise en vente. 5° Il y a lieu d'organiser une surveillance sur les sources et les établissements thermaux. Les inspecteurs régionaux, pour la présentation desquels l'Académie se met à la disposition du Ministre de l'Intérieur, ne pourront exercer la médecine dans aucune des stations soumises à leur surveillance. — M. Hallopeau présente un jeune homme porteur d'un angiome volumineux de la lèvre, ayant déterminé une déformation en groin de la face. — M. Lucas-Championnière présente un sujet âgé atteint d'une fracture de l'extrémité de l'humérus et traité sans immobilisation malgré une déformation notable; au bout d'un mois de traitement, le malade ne sent plus de douleurs et peut mouvoir librement son bras. L'application d'appareils plâtrés est impuissante à modifier la déformation, et l'épaule reste généralement enraidie et douloureuse. — M. E. Lancereaux signale des cas d'hémorragies névropathiques des voies digestives (stomatorragies, hématomèses, entérorragies) qui ne sont liées à l'existence d'aucun désordre matériel. Elles tiennent rarement et ne sont graves que par leur répétition. On les traitera efficacement par l'emploi des opiacés et les injections d'ergotine. — M. Albert Robin a constaté que les malades à émissions laiteuses, considérés à tort jusqu'à présent comme des calculeux, des phosphaturiques ou des neurasthéniques, sont simplement des dyspeptiques hypersthéniques périodiques ou permanents. On peut diviser ces malades en deux catégories, suivant qu'ils ont simplement des émissions laiteuses irrégulières ou qu'ils expulsent d'épais liquides crayeux à la fin de la miction ou des conglomérats d'aspect plâtreux, qui provoquent des crises vésico-urétrales souvent très douloureuses. L'anémie par déglobulisation constitue la complication générale la plus souvent observée. Le traitement devra s'adresser d'abord à la dyspepsie hypersthénique. — M. le Dr Le Roy lit une étude bactériologique sur les loupes cancéreuses.

Séance du 11 Décembre 1900

M. le Président annonce le décès de M. J. Bergeron, secrétaire perpétuel.

Séance du 18 Décembre 1900

Séance publique annuelle. M. E. Vallin lit le Rapport général sur les prix décernés en 1900. — M. le Président proclame les noms des lauréats des concours. — M. Debove prononce l'éloge de Charcot.

Séance du 26 Décembre 1900

M. le Président annonce le décès de M. Ducloux et de M. Béranger-Féraud, correspondants nationaux.

L'Académie procède au renouvellement de son bureau pour 1901. — M. Guyon, vice-président en 1900, devient président pour 1901. M. Riche est élu vice-président. M. E. Vallin est réélu par acclamations secrétaire annuel. M. Hanriot est réélu trésorier. MM. Jungfleisch et Le Dentu sont nommés membres du Conseil.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Novembre 1900

M. A. Laveran a rencontré l'*Anopheles clavipes* dans toutes les régions à fièvre palustre, tandis que les régions où l'on trouve seulement les *Culex* sont exemptes de paludisme. — M. P. Courmont a étudié l'agglutination des bacilles de Koch par la sérosité pleurale des tuberculeux. — M. Pachon a observé les effets éloignés de la section du sympathique cervical sur la tension du globe oculaire; il y a retour à la normale. — M. Mayet adresse une note sur la leucocytose dans la fièvre typhoïde. — M. Christiani expose ses recherches sur l'histologie des greffes thyroïdiennes chez les Reptiles. — M. Ribot (de Toulouse) envoie un mémoire sur la présence du calcium et du magnésium dans la rate.

Séance du 1^{er} Décembre 1900

MM. Ch. Achard et Løper ont observé, dans le rhumatisme articulaire aigu, de la leucocytose avec polynucléose au cours de la période fébrile, et éosinophilie à la fin et dans la convalescence. — Les mêmes auteurs ont constaté, dans deux cas, que la dégénérescence amyloïde ne paraît pas modifier la perméabilité du rein au bleu de méthylène. — MM. Sabrazès et Mathis n'ont pas remarqué de modifications des globules rouges dans le cours du zona, mais bien de l'hyperleucocytose du premier au cinquième jour, puis un retour à la normale, et quelquefois une nouvelle poussée d'hyperleucocytose avec un peu d'éosinophilie. — MM. Mairet et Ardin-Delteil concluent de leurs recherches que la sueur de l'homme normal n'est pas toxique. Lorsque cette sueur tue, elle tue par sa différence de tension osmotique avec le sang de l'animal auquel on l'injecte. — M. L. Monfet décrit le procédé qu'il emploie pour l'analyse de l'urine; l'acide est précipité à l'état d'urate cuivreux et dosé par sédimentation; l'acide phosphorique est dosé de même à l'état de phosphate d'urane. — M. Hénoque présente un oculaire spectroscopique très simple. — M. Sicard a trouvé de la leucocytose mononucléaire dans le sang d'enfant en cours d'éruption vaccinale. — M. Nobécourt a constaté qu'il n'existe que des mononucléaires dans les séreuses normales du cobaye; on peut provoquer l'apparition de polynucléaires en injectant sur la peau des bouillons peptonisés. — M. Pinois a étudié l'action du cantharidate de potasse sur le placenta des cobayes.

Séance du 8 Décembre 1900.

MM. F. Bezançon, V. Griffon et L. Le Sourd ont obtenu, sur sang gélosé, de belles colonies du bacille trouvé par Ducey dans le pus du chancre mou; dans ce milieu, les bacilles conservent longtemps leur vitalité et leur virulence. — MM. Tuffier et Hallion ont reconnu que l'effet anesthésique produit par l'injection sous-arachnoïdienne de cocaïne résulte d'une sorte de section physiologique transitoire des racines postérieures. — MM. Mairet et Ardin-Delteil ont constaté que la sueur épileptique interparoxystique n'est pas toxique; la sueur recueillie au moment des attaques possède des propriétés toxiques faibles, mais réelles, qui s'atténuent assez rapidement après l'attaque. — MM. Ch. Achard et M. Løper ont examiné les lésions et les épanchements tuberculeux et ont constaté au début la présence de polynucléaires; mais ceux-ci disparaissent bientôt pour faire place à un grand afflux de mononucléaires. — MM. E. Maurel et de Rey-Pailhade ont constaté que, pendant le sommeil hivernal, les pertes des tortues, calculées par kilogramme de leur poids, sont d'autant plus grandes que l'animal est plus petit. Quelque soit le volume de l'animal, ses pertes sont proportionnelles à sa surface. — M. Triboudeau a étudié un testicule humain adulte, dont le canal était obstrué depuis trois mois par des tubercules; les tubes étaient en dégénérescence plus ou moins complète, sans spermatoïdes, ni spermatozoïdes. Les cellules de Sertoli persistaient seules dans quelques tubes.

Séance du 13 Décembre 1900.

MM. L. Grimbret et G. Legros ont cherché à modifier les propriétés du bacille coli en le cultivant sur des milieux additionnés de divers antiseptiques. Sur cinq échantillons, deux ont perdu la fonction indol et un seul la propriété de dégager des gaz en milieu lactosé; cette modification a persisté à travers une vingtaine de générations. — M. A. Hénoque a étudié l'influence physiologique des ascensions à la Tour Eiffel; l'effet le plus remarquable de la montée, soit en ascenseur, soit à pied, a été l'augmentation constante de l'activité de la réduction de l'oxyhémoglobine. — MM. Sabrazès et Muratet ont reconnu, dans la sérosité péritonéale du bœuf, une sorte de concentration des leucocytes, qui sont plus nombreux que dans le

sang. — M. Wiener envoie une note sur l'action microbienne du sérum des animaux traités avec l'arsenic et la créosote.

La Société procède au renouvellement de son bureau pour 1901, qui est ainsi constitué :

Président : M. Ch. Bouchard;
Vice-présidents : MM. Netter et Raillet;
Secrétaire général : M. E. Gley.

Séance du 22 Décembre.

M. Gellé a étudié les mouvements de l'air expiré pendant l'émission des sons voyelles, en ayant aspiré au préalable de la fumée; il montre que la formation de la voyelle A s'accompagne d'un mouvement moléculaire en tourbillon, sans aucune expiration du dehors. — MM. Mairet et Ardin-Delteil ont constaté que la sueur des paralytiques généraux a une toxicité faible mais réelle. — M. G. Legros ne croit pas à l'existence de capsules chez toutes les espèces microbiennes, annoncée par Boni, car le procédé de cet auteur se prête à la critique. Chez les colibacilles, on peut rencontrer d'une manière inconstante des pseudo-capsules. — H. Frenkel a observé que, si l'on verse de la fleur de soufre sur de l'urine, elle tombe au fond si l'urine, renferme des acides biliaires, et reste à la surface dans le cas contraire. Quelques autres substances partagent la propriété de faire tomber le soufre. — MM. J. Cluzet et H. Frenkel ont reconnu que les liquides qui ne laissent pas tomber le soufre ont une tension superficielle supérieure à 50 dynes par cm². — MM. Ravaut et Vidal ont observé que les épanchements pleuraux expérimentaux ont une composition histologique variable suivant le mode de production. — M. Waleswood a constaté que, chez les Mammifères, l'hémisphère gauche du cerveau est plus développé que le droit, et que le côté droit du corps est plus développé que le gauche.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Décembre 1900.

M. le Secrétaire général annonce l'envoi d'une note de M. A. de Grammont intitulée: *Contribution à l'étude de la réfraction et de la dispersion*, où sont étudiées les courbes qui, pour chaque valeur de l'indice, s'obtiennent en portant aux abscisses les déviations causées par un prisme d'angle A et en ordonnées les incidences. Toutes ces courbes ont, pour diamètre des cordes parallèles à l'axe des incidences, une droite, dont l'angle avec l'une des déviations a pour tangente $\frac{1}{2}$ et dont l'abscisse à l'origine est égale à A. Cette droite est le lieu des minima de déviation pour les différentes couleurs. L'incidence rasante donne pour chaque courbe une émergence limite et une déviation maxima. Le lieu des points d'émergence est une droite, dite *droite des limites*, inclinée à 45° des axes et passant par le point de la droite des minima dont l'ordonnée est 90°. Le mémoire étudie d'autres propriétés des courbes, ainsi que les effets de la variation de l'indice et de l'angle du prisme. — M. V. Crémieu a étudié l'effet de la convection électrique et repris les expériences de M. Rowland. D'après Maxwell le mouvement de translation d'une bande électrisée de largeur l, de longueur ds, se déplaçant dans le sens de cette longueur avec une vitesse v, doit équivaloir à un élément de courant dont l'intensité serait donnée par l'équation :

$$ids = \sigma v l ds.$$

σ désignant la densité de l'électricité sur la bande mobile. Ce courant de convection posséderait les propriétés magnétiques des courants de conduction. La réciproque de cet effet serait une force pondéromotrice d'induction f , qui s'exercerait sur un corps électrisé placé au voisinage d'un solénoïde électromagnétique,

à l'intérieur duquel le flux varierait avec une vitesse $\frac{dx}{dt}$. La valeur de f à une distance r de l'axe, pour une charge μ , serait

$$f = \frac{\mu}{2\pi r} \frac{dx}{dt}$$

M. V. Crémieu, après avoir essayé, sans succès, de constater l'existence de cette force, et de l'induction électromagnétique qui devrait résulter de la variation du champ magnétique dû à un courant de convection, a répété l'expérience de M. Rowland, en opérant sur des courants beaucoup plus intenses. Un disque d'ébonite, doré suivant des secteurs isolés, chargé à une densité superficielle électrique de 2 à 3 C. C. S., tournant entre des plateaux fixes diélectriques recouverts de secteurs d'étain, isolés les uns des autres et séparément reliés au sol, produit, sur une aiguille aimantée placée parallèlement à son plan, des déviations dont le sens est celui que fait prévoir la théorie de Maxwell. Mais l'ordre de grandeur est beaucoup plus petit. De plus, les déviations peuvent s'annuler, lorsqu'on interpose une plaque conductrice devant l'aiguille; lorsque l'aiguille aimantée est en face du milieu d'un secteur fixe ou de l'intervalle de deux secteurs; lorsque ces secteurs fixes sont reliés au sol en des points symétriques par rapport à l'aiguille aimantée, et enfin lorsque, dans les secteurs, on remplace l'étain par une couche de graphite qui peut se charger, sans permettre le mouvement rapide de l'électricité. Il est donc certain que les déviations observées proviennent d'un phénomène accessoire de conduction qui se produit dans les secteurs fixes. M. Crémieu se propose de rechercher si l'effet prévu par Maxwell ne deviendrait pas observable, en supprimant les secteurs fixes qui forment un écran conducteur entre le disque mobile et l'aiguille aimantée. — M. C. Matignon expose la théorie et les usages de la métallurgie à base d'aluminium ou aluminothermie. Sous ce nom, Hans Goldschmidt désigne l'application de la haute chaleur de combinaison de l'aluminium à l'oxygène à la réduction des oxydes, soit en vue d'obtenir les métaux et leurs alliages, soit pour utiliser la chaleur dégagée dans la réaction. L'aluminium réduit tous les oxydes, sauf la magnésie, en mettant en liberté le métal. Dans la plupart des cas, la réaction, une fois provoquée en un point de mélange, se propage d'elle-même dans toute la masse; par suite de la chaleur dégagée l'alumine et le métal fondent et se séparent; on retrouve, au fond du creuset, un culot métallique recouvert par de l'alumine fondue. Pour amorcer la réaction, on dépose à la surface du mélange d'oxyde et d'aluminium, pris en grains obtenus par un procédé spécial, quelques grammes de bioxyde de baryum et d'aluminium en poudre, qu'on enflamme par l'intermédiaire d'un fil de magnésium. Pour la soudure des rails de tramways, des tubes de fer, de cuivre, il est commode d'utiliser la chaleur dégagée par une réaction que l'on provoque à l'intérieur d'une boîte entourant les pièces à réunir. M. Matignon exécute de brillantes expériences de réduction d'oxydes par l'aluminium. C. RAVEAU.

Séance du 4 Janvier 1901.

M. A. Job décrit une nouvelle méthode expérimentale pour l'étude de la transpiration des gaz. On ne dispose, en Chimie, d'aucun appareil simple et commode pour mesurer les vitesses de dégagement gazeux dans les réactions. L'auteur y arrive au moyen d'un dispositif très simple, constitué par un tube ou un petit ballon à réaction, terminé par une tige capillaire et relié latéralement à un manomètre. Le gaz se dégage dans l'appareil plus rapidement qu'il ne peut s'écouler par la pointe capillaire, et il se produit un excès de pression qui est indiqué au manomètre et peut être enregistré. En régime permanent, pour une vitesse de dégagement, on observe une pression constante au

manomètre. Pour étalonner l'appareil, l'auteur y produit un débit gazeux constant et connu, et cela au moyen de l'électrolyse; on emploie une solution de soude à 15 % avec des électrodes en nickel, et connaissant l'intensité du courant employé, on en déduit facilement la quantité de gaz tonnant produite. La sensibilité de l'appareil augmente avec la finesse du tube capillaire, car l'excès de pression est plus grand; mais alors la rapidité des indications diminue; on obvie à cet inconvénient en donnant à l'appareil un très petit volume, afin que l'équilibre s'établisse rapidement. Les indications de l'appareil nécessitent deux corrections: l'une de température (0,006 par degré), l'autre de pression (1/80 par cent. de Hg; on peut s'affranchir de la première en opérant à température presque constante, de la seconde au moyen d'un petit dispositif additionnel approprié. Cet appareil est susceptible d'applications diverses; il peut servir à mesurer la vitesse des fermentations. Il permet l'étude de divers phénomènes d'électrolyse. En séparant le ballon en deux parties par une paroi poreuse et en plaçant une électrode dans chaque partie, on pourra recueillir séparément les gaz dégagés à chaque électrode et mesurer leur vitesse de dégagement. En plaçant en série deux ou plusieurs appareils dégageant, par des réactions électrolytiques convenables, des gaz différents, on pourra, en faisant varier les intensités des courants, réaliser des mélanges gazeux de composition absolument déterminée dont on pourra mesurer la vitesse de transpiration. Enfin on pourra calculer l'intensité d'oxydation électrolytique dans une réaction par la différence des vitesses de dégagement de l'oxygène dans cette réaction et dans un voltamètre ordinaire. — M. G. Sagnac expose la suite de ses recherches personnelles et celles qu'il a faites en commun avec M. P. Curie, sur les transformations des rayons X par la matière.

1. Application de la transformation des rayons X à la Chimie. Les éléments qui transforment notablement les rayons X tels que le platine, le plomb, l'étain, le nickel ou le fer, le zinc, le cuivre) émettent en général les rayons secondaires les plus actifs et communiquent cette propriété aux mélanges ou aux composés qui en renferment. L'étude de l'action électrique des rayons secondaires émis par un corps permet d'y reconnaître la présence d'une petite quantité d'un élément relativement très actif, par exemple le cuivre, le fer dans l'aluminium. De là, une méthode pour chercher à découvrir des éléments nouveaux. 2. Absorption des rayons secondaires par l'air. L'énergie qu'absorbent que les rayons secondaires les plus actifs issus d'un métal comme le platine éprouvent dans les premiers millimètres d'air adjacents au métal rayonnant a été vérifiée d'une manière directe en raréfiant l'air autour du métal. 3. Nouveau mode de décharge des corps électrisés. Un faisceau de rayons X décharge un conducteur C même quand le faisceau ne traverse pas la région I de l'atmosphère soumise au champ électrique du conducteur; il suffit que le faisceau de rayons traverse une région E de l'atmosphère électrostatiquement séparée du champ du conducteur C par un écran de Faraday discontinu, comme une toile métallique, mais dans laquelle règne un champ électrique F_0 de même sens² que le champ F_1 . — Il en résulte, en particulier, que si des rayons pénètrent aussi dans la région I, la présence du champ extérieur F_0 peut, suivant le sens de ce champ et celui du champ F_1 , modifier considérablement la vitesse de décharge du corps C; cette vitesse varie alors, par

¹ Voir G. SAGNAC : « Luminescence et rayons X, » paru dans le n° du 30 avril 1898 de la *Revue* (9^e année, p. 314).

² Expériences décrites dans un pli cacheté déposé à l'Académie des Sciences, le 18 juillet 1898, ouvert dans la séance du 5 février 1900. — M. P. Villard a trouvé que les flammes, les corps incandescents, le phosphore, produisent les mêmes effets qu'un faisceau de rayons X. (Société Française de physique, séance du 16 mars 1900.)

exemple dans le rapport de 1 à 10 ou 20, quand on inverse le signe de l'électrisation du conducteur C, alors qu'elle est indépendante de ce signe en l'absence du champ extérieur F. M. Sagnac explique ces phénomènes en admettant que les ions produits par les rayons dans l'air de la région E acquièrent sous l'influence du champ électrique F, une vitesse et une force vive suffisantes pour quitter les lignes de force du champ F, et pénétrer dans la région I de l'autre côté de l'écran de Faraday. Ces flux d'ions positifs ou négatifs produits dans l'atmosphère sont les analogues des rayons cathodiques, considérablement plus rapides et moins diffusables, produits dans le vide de Crookes.

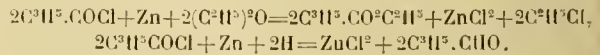
4. *Electrisation négative des rayons secondaires dérivés des rayons X* (travail fait en commun avec M. P. Curie). Un faisceau assez intense de rayons X, reçu à travers une fenêtre d'aluminium dans une enceinte de Faraday en plomb épais complètement entourée d'une enveloppe continue de paraffine, s'est montré dépourvu d'électrisation (le dispositif aurait permis de détecter un courant électrique de l'ordre de 10^{-12} ampère). On a pu constater que le même faisceau de rayons X, reçu par une lame d'un métal lourd tel que le platine, le plomb, l'étain, le zinc, excite en frappant le métal des rayons secondaires électrisés négativement, capables de produire un courant électrique de l'ordre de 10^{-10} ampère. Pour pouvoir recueillir les charges négatives issues du métal, ou les charges positives complémentaires libérées sur le métal, on raréfiait l'air autour du métal jusqu'à la pression du millième de millimètre de mercure afin de rendre à l'air ses propriétés isolantes malgré l'action des rayons X et des rayons secondaires qui le traversaient. Par leur électrisation négative, les rayons secondaires des métaux tels que le platine, le plomb, présentent une certaine analogie avec le rayonnement spontané du radium.

5. *Comparaisons diverses*. La partie électrisée des rayons secondaires est aussi peu pénétrante que les rayons cathodiques produits par les décharges dans le vide de Crookes et que Lenard a étudiés (1,2 micron d'aluminium ne transmet que les 3/5 des charges négatives des rayons secondaires du plomb). Elle constitue, dans l'optique des rayons de Röntgen, l'analogie des rayons cathodiques, encore plus absorbables que les métaux émettent sous l'influence des rayons ultra violets, et que P. Lenard a récemment étudiés dans le vide. D'autre part, l'ionisation des gaz par les rayons X est analogue à l'ionisation des gaz par les rayons ultra violets² de longueur d'onde inférieure à $0\mu,2$, rayons absorbables par l'air et divers gaz d'autant plus fortement en général que leur longueur d'onde est plus petite. — M. LeMoine présente quelques jouets du nouvel-an basés sur quelques principes simples de Physique. L'un des plus curieux est le bateau sous-marin, qui s'enlance dans l'eau et remonte à la surface alternativement. Dans ce bateau est disposée une chambre cylindrique, percée à sa partie supérieure d'un trou capillaire et à sa partie inférieure d'un orifice plus large. Cette chambre est divisée en deux parties par une cloison horizontale percée d'un trou; la partie inférieure contient de l'air, la partie supérieure un mélange d'acide tartrique et de bicarbonate de soude. Quant on pose le bateau sur l'eau, l'eau pénètre par le fond et chasse devant elle l'air qui sort par le trou capillaire: le bateau tombe au fond. L'eau arrive alors dans la seconde chambre et de l'acide carbonique se produit; comme il ne peut se dégager assez rapidement par le trou capillaire, il refoule l'eau par la seconde chambre, et le bateau remonte peu à peu. Il reste un moment à la surface, jusqu'à ce que l'acide carbonique soit expulsé, puis l'eau rentre et les mêmes phénomènes se reproduisent.

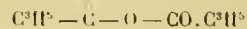
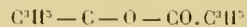
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 14 Décembre 1900.

M. A. Béhal expose, au nom de M. C. Phisalix et au sien, le résultat de leurs recherches sur le venin du *Julus terrestris*. Ils ont trouvé que la quinone en constitue le principe actif. — M. M. Guichard communique le résultat de ses recherches sur l'oxyde bleu de molybdène. Il indique une méthode qui permet d'obtenir cet oxyde à l'état de pureté. Sa composition est MoO^3 , 4MoO^2 , $6 \text{H}^2\text{O}$. Il n'existe pas d'oxyde anhydre correspondant. L'action des acides sur ce composé donne du tétrachlorure de molybdène et de l'acide molybdique, et cette réaction peut être inversée. De l'ensemble de ses recherches sur les oxydes de molybdène, M. Guichard conclut que le molybdène possède deux oxydes à fonction acide, deux oxydes à fonction basique, un oxyde salin, ces oxydes étant hydratés, et deux oxydes anhydres seulement, le trioxyde et le bioxyde. — M. P. Freundler a poursuivi l'étude du couple zinc-cuivre sur les chlorures d'acides, en solution dans l'éther anhydre. Il obtient en définitive, avec le chlorure de butyryle par exemple, de l'aldéhyde butyrique, du butyrate d'éthyle et du chlorure d'éthyle, le chlorure de zinc restant en solution. On peut donc représenter la réaction par les deux équations:



M. Freund a déjà signalé la première de ces réactions (*Am. Chem.*, t. CXVIII); toutefois il a obtenu, en employant le zinc seul (et non le couple), une certaine quantité du corps



qu'il a considéré comme étant du dibutyryle. Ce produit semble ne se former qu'en quantité très minime lorsqu'on opère avec le couple préparé par réduction du zinc et de l'oxyde de cuivre dans un courant d'hydrogène (Lachmann). Quant à l'hydrogène nécessaire à la réduction du chlorure en aldéhyde, il provient évidemment du couple dans lequel il existe, soit à l'état occlus, soit à l'état de combinaison. En effet, lorsqu'on fait réagir sur le chlorure d'acétyle ou sur le chlorure d'isovaléryle le couple préparé par le procédé ordinaire (chauffage du cuivre avec de la limaille de zinc), on obtient, comme dans le cas du zinc, de l'éther sel et du chlorure d'éthyle, et seulement des traces infinitésimales de produit réducteur. L'auteur étudie présentement les modifications à apporter au couple pour améliorer les rendements en aldéhyde.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 14 Décembre 1900.

M. A. Schuster lit un mémoire sur l'inertie électrique et l'inertie de la convection électrique. Les calculs de self-induction sont basés sur l'hypothèse que les courants qui traversent un conducteur remplissent d'une façon continue, le flux étant traité comme celui d'un liquide incompressible. Cette hypothèse est généralement rejetée dans le cas des électrolytes, où l'électricité est conduite par un grand nombre de ions irrégulièrement distribués. Dans les environs immédiats d'un ion, le champ magnétique est plusieurs fois plus grand que celui calculé dans l'hypothèse d'une distribution continue; le total de l'énergie magnétique est donc estimé au-dessous de sa valeur. Ce qui est universellement reconnu dans le cas des électrolytes doit être également accordé quand le courant est conduit par un gaz; et il est probable que, même dans les conducteurs solides, le courant se compose d'électrons positifs et négatifs se mouvant avec des vitesses diffé-

¹ P. LENARD : *Drude's Annalen d. Physik*, t. II, p. 359-370, 1900.

² P. LENARD : *Loc. cit.*, t. I, p. 486-507; t. III, p. 298-319, 1900.

rentes. L'objet de ce mémoire est de calculer les termes additionnels qui deviennent nécessaires pour l'évaluation de la self-induction, et de discuter les cas possibles dans lesquels les corrections peuvent affecter les résultats expérimentaux. L'analyse mathématique montre qu'on doit ajouter un terme correctif contenant une quantité qui peut être appelée *inertie électrique*. L'auteur a calculé la valeur numérique de cette quantité pour un conducteur solide, et a trouvé environ 2×10^{-42} unités C. G. S.; elle est de la dimension d'une surface. Les expériences de Hertz ont prouvé que si l'inertie électrique existe, elle doit être moindre que 18×10^{-8} . Dans le cas des liquides et des gaz, l'inertie électrique des ions mobiles devient beaucoup plus importante, et le calcul de la self-induction par les procédés ordinaires donne des résultats erronés. L'introduction d'un terme représentant l'inertie altère les équations générales du mouvement électrique; l'auteur a appliqué la théorie modifiée aux décharges de la bouteille de Leyde, aux décharges sans électrodes de J. J. Thomson et à la théorie électro-magnétique de la lumière. Dans le cas des décharges sans électrodes dans un tube à vide, il est possible que l'absorption de l'énergie ne soit pas seulement due à la conductibilité du gaz, mais aussi à l'inertie qu'il possède. — Le même auteur lit un mémoire sur la *précession magnétique*. La méthode la plus délicate pour déterminer l'influence de l'inertie électrique est basée sur les forces électromotrices introduites par le mouvement des conducteurs qui transportent des courants électriques. Si l'électricité se comporte comme un corps possédant de l'inertie, la rotation d'un corps traversé par des courants doit affecter le flux de la même manière que la rotation de la terre modifie la direction des courants d'air. Si le magnétisme terrestre est dû à des courants électriques, il est intéressant de rechercher si les effets de l'inertie peuvent expliquer la variation séculaire. Le calcul montre qu'une précession magnétique du caractère de la variation séculaire serait produite, mais que la précession serait beaucoup plus lente que les variations actuellement observées. Le calcul, fait d'abord pour les courants dans une sphère creuse, est étendu à une sphère solide. La période calculée d'un cycle est de 7×10^{13} années. Si les courants sont confinés à une mince couche de la terre, le temps se réduit à 14×10^6 années; pour produire la période actuelle de la variation séculaire, il faudrait que la couche de courant ait des dimensions moléculaires. Il est donc possible que le phénomène de la variation séculaire soit d'un caractère moléculaire. En réponse à une observation de M. Blakesley, M. Schuster signale que, si l'intérieur de la terre était liquide, la période du cycle serait environ cent fois moindre. — M. A. W. Rücker lit un mémoire sur le *champ magnétique produit par les tramways*. Considérant le cas d'un tramway pour lequel le courant part de la station centrale le long d'un fil de trolley et revient partie par les rails, partie par la terre, l'auteur montre que la force verticale perturbatrice en un point est due aux courants dans les feeders et les rails, et que les courants terrestres affectent seuls la force horizontale. L'expérience montre que ce sont surtout les instruments à force verticale qui sont affectés par l'établissement d'un tramway électrique, et comme ce trouble est dû aux fils et aux rails, il est impossible pour un observatoire d'être protégé par des rivières ou d'autres accidents naturels des environs. Si l'on considère les fils de trolley et les rails comme des conducteurs isolés, l'effet d'un tramway sur un point situé à une certaine distance est dû à la différence entre le courant du trolley et le courant du rail. Le trouble augmente avec la longueur du tramway, et pour un tramway d'une longueur donnée, les perturbations sont maximum aux points situés sur une perpendiculaire abaissée sur le milieu de la ligne. Des expériences faites à Stockton sur la grandeur de la force perturbatrice ont donné, avec l'appareil à force verticale, une perte de 16,3 %, et avec

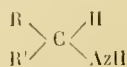
l'instrument à force horizontale une perte de 15,9 %, concordance très bonne. L'hypothèse que les extrémités de la ligne sont au-dessus et au-dessous du potentiel moyen de la terre d'une même quantité, et que la perte en un point est proportionnelle à la différence du potentiel entre le rail et la terre, conduit à la théorie ordinaire d'un barreau de Fourier. Cette hypothèse plus exacte a été appliquée aux résultats de Stockton. La perte calculée est de 20 %. Le calcul de la force verticale perturbatrice donne $10,3 \times 10^{-3}$ unités C. G. S., ce qui concorde avec la valeur 7×10^{-3} unités C. G. S. observée. En somme, pour les besoins pratiques, il est suffisant d'employer le courant de retour moyen par les rails, dont les formules sont plus simples. — M. R. T. Glazebrook communique quelques notes sur l'application pratique de la théorie des perturbations magnétiques par les courants terrestres. L'auteur y a mis la formule préconisée par M. Rücker sous une forme pratique, et il donne une table des distances auxquelles les perturbations sont négligeables pour des tramways de longueur donnée. — M. R. Threlfall présente sa balance de gravité à fil de quartz qui a déjà été décrite ici, elle est surtout remarquable par son exactitude et sa portabilité. — M. Watson présente une série de pendules demi-seconde, dont le support est particulièrement stable. Ils sont couverts d'une enveloppe dont l'air peut-être extrait de façon à diminuer le décretement logarithmique. Le mouvement des pendules est indiqué par des rayons de lumière réfléchis par des prismes à angle droit qui y sont attachés, et la période d'oscillation est déterminée par la méthode des coïncidences au moyen d'une horloge astronomique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

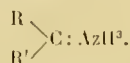
Séance du 6 Décembre 1900.

M. A. C. Chapmann a obtenu, en oxydant l'huile du bois de santal par le permanganate de potassium neutre, de l'acide santaléique $C^{18}H^{16}O_2$, cristallisé, fondant à 76° ; $\alpha_D^{20} = +18^\circ,95$. — M. A. Scott a trouvé pour le bromure d'ammonium un équivalent différent de celui donné par Stas; ce dernier est arrivé à 98,032 tandis que l'auteur trouve 97,996. Le poids atomique de l'azote s'abaisserait donc de 14,045 à 14,0, nombre qui se rapproche de celui déduit des densités relatives de l'oxygène et de l'azote (16 : 14,003). La cause de cette différence tient probablement à ce que le bromure employé par Stas n'était pas pur et contenait du platine. — MM. Henry J. Horstman Fenton et H. Owen Jones ont poursuivi l'étude des propriétés de l'acide oxalacétique, obtenu par oxydation de l'acide malique en présence de fer ferreux. Son hydrazone, chauffée avec de l'eau, perd CO_2 et donne l'hydrazone de l'acide pyruvique; si la concentration est suffisante, cette décomposition n'a pas lieu et l'hydrazone perd de l'eau en donnant l'acide phénylpyrazolonecarboxylique de Wislicenus. — MM. J.-J. Dobbie, Alex. Lauder et Photios G. Paliatseas ont reconnu que la corydaline $C^{18}H^{15}Az(OCH_3)^3$, alcaloïde de la *Corydalis cava*, diffère de la corybulbine $C^{18}H^{16}AzO(OCH_3)^3$ par un groupe méthoxyle en plus. Cette dernière renferme un groupe hydroxyle, car elle peut donner un dérivé monoacétylé. Les deux alcaloïdes sont transformés par HI concentré en $C^{18}H^{15}Az(OH)^3, HI$. La corybulbine est convertie en corydaline par l'action du iodure de méthyle et de la potasse. — MM. W.-J. Pope et W.-N. Hartley ont résolu la tétrahydro- β -naphtylamine racémique en ses composants actifs au moyen de la soude et en préparant le chlorhydrate, on observe une racémisation considérable; et les chlorures actifs deviennent difficilement séparables du mélange des sels. Le spécimen le plus pur de *d*-tétrahydro-naphtylamine, obtenu en traitant le bromocamphorsulfonate par la soude et distillant sous pression réduite, donne : $\alpha_D^{20} = +37^\circ,24$; il contient

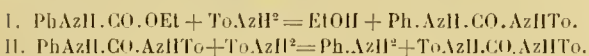
encore 30 % de base gauche, ce qui fait que la base droite pure donnerait environ $\alpha_D = +96^\circ$. Ce cas d'inversion optique n'a pas encore été signalé; mais on a observé la racémisation par benzylation de composés :



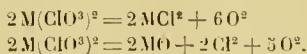
qui se transformaient probablement en :



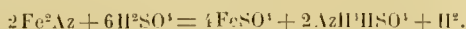
MM. W.-R. Dunstan et H. Brown ont reconnu que l'*Hyoscyamus muticus* de l'Égypte contient beaucoup plus de hyoscyamine (graines : 0,87 %; tiges et feuilles : 0,39 %) que la même plante aux Indes (0,1 % seulement). Le *Datura stramonium* d'Égypte contient également cet alcaloïde dans la proportion de 0,33 %. — M. A.-E. Dixon a étudié l'action des uréthanes sur les amines benzénoïdes primaires. La phényluréthane et la paratoluidine donnent de l'aniline et un mélange de phénylparatolylcarbamide et de diparatolylcarbamide. La réaction est probablement la suivante :



De l'aniline et de la paratolyluréthane, on obtient les mêmes composés. L'orthotoluidine et la phényluréthane donnent de la ditolylcarbamide et de la phénylorthotolylcarbamide. La phényluréthane et l' α -naphtylamine produisent de la di- α -naphtylcarbamide et de la phényl- α -naphtylcarbamide. — M. W.-H. Sodeau a constaté que le chlorate de calcium se décompose en perdant 0,6 % de son chlore, et 2 % lorsqu'il y a explosion. Le chlorate d'argent, chauffé à 350°, explose en perdant 7 % de son chlore; dans la décomposition lente, il peut dégager jusqu'à 36 % de chlore si l'on abaisse suffisamment la pression. Il y a deux réactions simultanées :



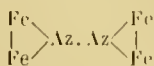
Pour le chlorate de calcium, la première décomposition procède 180 fois plus vite que la seconde; pour le chlorate d'argent, le rapport n'est que 4,8 à 1. — M. G. J. Fowler a préparé un azoture de fer Fe^2Az par l'action de l'ammoniaque, sur : 1° le fer finement divisé; 2° le chlorure et le bromure ferreux; 3° l'amalgame de fer. Il se décompose à 600° dans un courant d'azote; sa densité est 6,33. Chauffé dans un courant d'air à 200°, il est transformé en oxyde ferrique et azote. Il est décomposé par l'acide sulfurique suivant l'équation :



L'acide chlorhydrique gazeux le transforme rapidement à 350° en chlorure ferreux et chlorure d'ammonium. Chauffé en tube scellé avec l'iodeure d'éthyle, il donne lieu à la réaction :

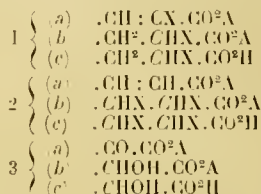


— MM. G. J. Fowler et Ph. J. Hartog ont déterminé la chaleur de formation de l'azoture de fer en utilisant sa décomposition par l'acide sulfurique. Elle est de 3,04 cal. La constitution de ce composé est probablement :



— M. M. O. Forster a obtenu, par hydrolyse du nitrile non saturé qui se forme quand l'hydride du bromo-

nitrocamphane est traité par la soude, l'acide infracampholéniqne $\text{C}^8\text{H}^{14}\text{O}^2$; il est optiquement inactif et se transforme en acide isolauronolique par l'acide sulfurique chaud. L'aminoinfracampholéne $\text{C}^8\text{H}^{13}\text{AzH}^2$ se prépare en traitant l'amide de l'acide infracampholéniqne par l'hypobromite de soude. — MM. Th. Hill Easterfield et B. Cracroft Aston ont examiné trois variétés de Tutu (*Coriaria ruscifolia*, *C. thymifolia*, *C. augustissima*) de la Nouvelle-Zélande et en ont isolé un glucoside, la *tutine*, $\text{C}^{17}\text{H}^{20}\text{O}^7$, en cristaux incolores, fondant à 208-209° et donnant $[\alpha]_D^{20} = +9^\circ,25$. Elle n'est pas identique à la coriamyrtine, dont la formule est $\text{C}^{15}\text{H}^{18}\text{O}^5$. Son action pharmacologique est semblable à celle de la coriamyrtine, mais beaucoup moins prononcée. — MM. J. B. Cohen et C. E. Whiteley ont cherché à produire un nouvel atome de carbone asymétrique dans un composé déjà optiquement actif, dans le but d'en détacher ensuite le groupe primitivement actif et de déterminer l'influence de ce groupe. Pour cela, ils ont utilisé un grand nombre de réactions, telles que la réduction, la bromuration ou l'hydroxylation des éthers composés d'un acide non saturé et d'un alcool actif, ou la réduction de l'éther cétonique d'un alcool actif, l'alcool étant ensuite enlevé par hydrolyse. Ces réactions peuvent être représentées comme suit (X est un groupe ou atome, sauf de l'hydrogène; A est un groupe alcoyle actif; C est le nouvel atome de carbone asymétrique) :



Comme exemple de (1), les auteurs ont étudié la réduction des éthers menthyles des acides mésaconique et phénylcérotonique. Pour (2), ils ont préparé les dérivés bromés des éthers amyliques et menthyles de l'acide cinnamique et du tartrate de dicinnamyle, mais l'hydrolyse de ces derniers n'a pu se faire sans départ du brome, et il a fallu renoncer à ces réactions. Comme exemple de (3), les auteurs ont étudié la réduction du pyruvate de menthyle. Mais dans tous les cas, les corps obtenus ont été optiquement inactifs; ces expériences n'en sont pas moins poursuivies. — M. W. H. Perkin junior a préparé, à partir de l'acide α -diméthylglutarique, l'acide dyméthylglutaconique : $\text{CO}^2\text{H.C}(\text{CH}^3)_2\text{CH}:\text{CH.CO}^2\text{H}$, dont l'éther éthylique, mis en digestion avec l'éther cyanacétique sodé, et chauffé avec l'acide sulfurique, se convertit presque quantitativement en acide isocamphoronique : $\text{CO}^2\text{H.C}(\text{CH}^3)_2\text{CH}:\text{CH}:\text{CH}:\text{CO}^2\text{H}$, identique avec celui préparé du pinène par Baeyer. — M. J. W. Mellor indique une nouvelle méthode de synthèse de l'acide adipique; l'action du malonate d'éthyle sodé sur le cyanure de chloropropyle donne le cyanopropylmalonate d'éthyle, qui, par hydrolyse avec l'acide sulfurique, se transforme en acide adipique. — M. H. M. Dawson a reconnu que le triiodure de potassium est un sel normal, qui, à des concentrations correspondantes, est dissocié électrolytiquement au même degré que les autres sels binaires. De même, le triiodure d'hydrogène est électrolytiquement dissocié comme l'acide iodhydrique et appartient au groupe des acides forts.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Mort des Professeurs Potain et Hermite.

— Quatre deuils cruels viennent de frapper le monde savant. Les lignes suivantes rappelleront au lecteur l'œuvre de Bergeron et celle de Chatin. Dans son prochain numéro, la *Revue* consacrera une notice à la vie et aux travaux de Potain et de Hermite.

Jules Bergeron. — Le 6 décembre dernier s'est éteint Jules Bergeron, l'un des doyens de la Médecine française.

Né en 1817 à Niort, il fut reçu interne des hôpitaux en 1840, et nommé médecin des hôpitaux en 1852. Il se consacra à la médecine infantile, et fut pendant longtemps médecin de l'hôpital Sainte-Eugénie, réservé aux maladies de l'enfance.

Appelé à l'Académie de Médecine en 1863, il en fut secrétaire annuel de 1879 à 1882, vice-président en 1884, président en 1885, et enfin secrétaire perpétuel depuis le 22 mars 1887. Depuis lors, il lui consacra toute son activité. C'est grâce à lui surtout que l'Académie pourra prochainement s'installer dans le magnifique local qu'on est en train d'achever rue Bonaparte. En qualité de secrétaire perpétuel, Bergeron a prononcé, aux séances annuelles, les éloges de quelques grands maîtres disparus, éloges qui resteront des modèles du genre.

Une grande part de la vie de Bergeron a été également consacrée aux questions d'hygiène publique; il était membre du Comité consultatif d'Hygiène depuis 1872, et vice-président de ce corps depuis 1884.

Adolphe Chatin. — Le 13 courant, le botaniste Gaspard-Adolphe Chatin est décédé aux Essarts-le-Roi. Il était né près de Tullins dans l'Isère, où il fit ses premières études; sa prodigieuse facilité de travail lui valut d'être envoyé à Paris, où il compléta son instruction et conquit rapidement tous ses grades. En 1841, il était nommé agrégé à l'École de Pharmacie, où il fut chargé, comme suppléant, du cours de Botanique, dont il réorganisa complètement l'enseignement. En 1848, il devenait professeur titulaire, et, en 1873, directeur de

l'École, fonction qu'il résigna en 1886. Entre temps, il avait été élu, en 1874, membre de l'Académie des Sciences, et il en fut président en 1897.

Nous empruntons à la Notice que M. Gaston Bonnier a lue devant l'Académie des Sciences, et dont il a bien voulu nous communiquer les épreuves, l'appréciation suivante sur l'œuvre de Chatin :

« On peut dire qu'il n'est pas une seule partie de la Science des végétaux qui n'ait été abordée par le savant botaniste. Morphologie externe, Anatomie, Physiologie, Géographie botanique, Organogénie, Classification, Cryptogamie, autant de divisions de la Botanique dans lesquelles viennent se ranger d'importants travaux de l'Auteur. La caractéristique principale de l'œuvre de Chatin est surtout dans la production d'idées originales, fertiles en résultats, dans l'ouverture de voies nouvelles explorées ensuite avec succès par les nombreux savants qui ont marché sur ses traces.

« Je citerai d'abord l'immense ouvrage intitulé *L'Anatomie comparée des végétaux*, dont la publication, restée inachevée, a commencé en 1836, et où sont examinées successivement les plantes aquatiques, les plantes aériennes, les plantes parasites et les plantes terrestres. A travers ces recherches d'Anatomie comparée, on rencontre des observations pénétrantes sur les diverses adaptations des végétaux et sur les modifications profondes qu'éprouve la structure des êtres sous l'influence du milieu extérieur. Ces longues recherches ont été l'origine première de cette nouvelle branche de la Science qu'on nomme maintenant *L'anatomie expérimentale*.

« Les changements de structure dans les parties aquatiques ou souterraines des plantes sont scrutés d'une façon très remarquable dans cette suite de Mémoires; mais c'est surtout l'étude des plantes parasites qui en constitue le mérite principal. Chatin met en évidence, pour les espèces les plus diverses, les caractères de régression dus à l'influence du parasitisme. Cette question des plantes parasites a, d'ailleurs, toujours occupé Chatin, et il y revenait encore, en 1891, par une Note aux *Comptes Rendus*, où il montre le premier que le parasite n'absorbe pas, telles quelles, les substances élaborées par l'hôte, mais en laisse de côté une partie pour digérer et transformer le reste.

« L'un des premiers, il a compris que, pour prendre toute la valeur scientifique qu'elle comporte, la classification des plantes doit être fondée aussi bien sur les caractères de leur structure que sur ceux de la forme extérieure. Énoncée déjà par Mirbel au commencement du siècle dernier, cette vérité n'est plus aujourd'hui contestée; elle est pour ainsi dire devenue banale. Elle ne l'était pas, tant s'en faut, en 1839, lorsque Chatin choisit ce sujet pour sa thèse de Doctorat ès Sciences. Depuis, dans les Mémoires que je viens de citer et dans d'autres encore, il a développé tous les résultats acquis successivement par lui dans cette voie. Aujourd'hui que l'étroit sentier d'autrefois est devenu une large grand-route, il est juste de rendre hommage à ceux qui y ont planté les premiers jalons.

« On doit encore à Adolphe Chatin un important Mémoire sur l'anthère, qui a provoqué aussi de nombreux travaux sur la constitution et la déhiscence de l'étamine. Dans ces derniers temps, le savant botaniste a fait paraître une série de recherches sur les Champignons du groupe des Tubercacées, notamment des Truffes, des Terfzées et des Tirmaniées. Ces recherches ont été réunies en un volume qui a paru en 1892. »

§ 2. — Physique

La loi de Cailletet et Mathias et la densité critique. — En 1886, MM. Cailletet et Mathias ont formulé la loi suivante : Les moyennes des densités d'un liquide et de sa vapeur saturée, pour toute substance stable, sont une fonction rectilinéaire de la température :

$$D_t = D_0 + \alpha t.$$

Bien que cette loi ait été vérifiée pour un assez grand nombre de substances entre le point d'ébullition et le point critique, M. Sydney Young vient de se livrer à un nouveau travail qui a porté sur une trentaine de corps, et il a constaté que, pour la plupart d'entre eux, l'écart entre la théorie et l'expérience augmentait rapidement au-dessous du point d'ébullition. Le pentane normal est le seul qui obéisse rigoureusement à la loi; l'hexaméthylène, le benzène, l'heptane normal, etc., semblent suivre une loi qui serait représentée par la formule plus complexe :

$$D_t = D_0 + \alpha t + \beta t^2 :$$

pour les alcools, il y aurait même lieu d'introduire un quatrième terme, λt^3 .

M. Sydney Young a calculé, d'après les densités observées, les valeurs de ces trois constantes pour tous les corps étudiés et pour toute la série de températures utilisées. Dans ce cas, les résultats de l'expérience concordent bien avec ceux de la théorie.

Doit-on donc rejeter la formule simple $D_t = D_0 + \alpha t$? M. Sydney Young pense que non, et il montre qu'elle donne des résultats suffisamment exacts si l'on restreint son emploi pour les températures situées entre le point d'ébullition et le point critique. Dans ce cas, en effet, les valeurs obtenues par les deux formules ne présentent qu'une légère différence.

M. Young conclut, en somme, de ses recherches que la loi de Cailletet et de Mathias est presque, mais non absolument exacte; elle ne paraît se vérifier complètement que lorsque le rapport de la densité actuelle à la densité théorique au point critique $\frac{D_c}{D_0}$ possède la valeur normale 3,77.

Mais les écarts sont généralement si faibles que la densité critique peut être calculée au moyen des densités moyennes du liquide et de la vapeur saturée (à des températures situées entre le point d'ébullition et quelques degrés du point critique) en se servant de la formule simple $D_t = D_0 + \alpha t$, avec une erreur maximum de 0,25 % et dépassant rarement 0,1 %.

La lampe à incandescence et le courant alternatif. — On sait que l'inertie de nos impressions visuelles les étale sur une durée d'un dixième de seconde environ, c'est-à-dire qu'une action extrêmement courte sur notre œil est ressentie comme si la même lumière totale lui arrivait en un dixième de seconde.

Il en résulte qu'un objet immobile, vu à une lumière discontinue, dont les éclats se succèdent avec une période inférieure à un dixième de seconde, semble éclairé d'une façon uniforme. Mais il n'en est plus de même si l'objet est en mouvement, et les éclats doivent alors se répéter avec une fréquence beaucoup plus grande pour donner l'impression d'un déplacement continu. Ainsi un arc alternatif, dont l'éclat s'abaisse très rapidement après que l'intensité du courant a franchi le maximum, donne l'impression d'un mouvement saccadé ou de la multiplicité d'un objet brillant qu'il éclaire, au moins pour les fréquences de 40 à 50, les plus ordinaires actuellement. Les joueurs de billard, par exemple, s'accordent à trouver extrêmement désagréable, presque intolérable même, l'apparition d'un chapelet de billes sous une lampe à arc alternatif.

Jusqu'ici on avait admis, en général, que les variations d'intensité des lampes à incandescence dans les circuits alternatifs ordinaires étaient trop faibles pour être observées; au moins, les objets que l'on déplace dans le voisinage d'une lampe à incandescence ali-

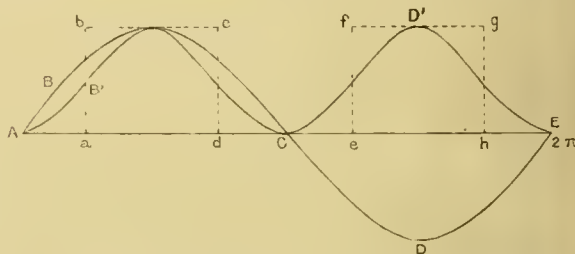


Fig. 1. — Représentations du courant et de la chaleur dégagée d'une lampe à incandescence. — ABCDE, courant sinusoïdal; AB'CD'E, développement de chaleur produite par le courant précédent; abcdefgh, développement de chaleur figuré.

mentée par un courant de 40 à 50 alternances semblent-ils se mouvoir avec une vitesse parfaitement uniforme.

Un calcul approximatif montre, cependant, que les variations de température, et, par conséquent, d'éclat du filament, sont loin d'être négligeables. Considérons une lampe alimentée par un courant purement sinusoïdal ABCDE (fig. 1). La chaleur dégagée en chaque instant sera proportionnelle au sinus carré et sera donnée par une courbe telle que AB'CD'E. L'aspect des courbes montre que l'on pourra, comme grossière approximation, supposer la lampe alimentée par un courant discontinu abcdefgh, dont les interruptions sont de l'ordre de la moitié de l'alternance. Supposons que la période de repos du courant soit d'un centième de seconde. Pendant ce temps très court, où la lampe ne reçoit aucun apport de chaleur, elle devra se refroidir d'un nombre de degrés donné par le quotient de l'énergie rayonnée par la capacité calorifique du filament.

On peut admettre 10 kilowatts par gramme pour valeur de la puissance rayonnée par un filament poussé, et, comme chaleur spécifique du charbon aux températures dont il s'agit ici, 0,5 par rapport à l'eau ou 2,1 en valeur absolue. L'abaissement de la température en un centième de seconde, en supposant que l'épaisseur entière du filament y participe, sera donc de 50 degrés environ. La température au moment initial étant au voisinage de 2.000° absolus, la diminution de la puissance rayonnée, régie à peu près par la

loi de Stefan, sera de l'ordre du dixième, et l'éclat visuel qui est, à ces températures, grossièrement proportionnel à la sixième puissance de la température absolue, de l'ordre du septième de l'éclat maximum.

Ces variations d'éclat peuvent être mises très facilement en évidence par une méthode stroboscopique, ainsi que vient de le montrer M. Samoilof. Il suffit, pour cela, de faire tourner, au-dessous d'une lampe à incandescence en circuit alternatif, un disque portant des secteurs alternativement blancs et noirs, et de régler la vitesse de ce disque de telle sorte que la durée du passage d'un secteur sombre à la position du précédent soit précisément égale à la période d'éclat de la lampe. Dans ces conditions, les positions dans lesquelles viennent se superposer les secteurs blancs dans les moments du maximum d'éclat apparaissent en clair, et les positions intermédiaires sont marquées par des bandes sombres estompées, mais bien nettement visibles.

L'expérience est très frappante lorsqu'elle est faite avec un disque portant une double rangée d'un nombre inégal de secteurs (fig. 2), et tournant avec un mouvement uniformément varié, un toton tournant dans une assiette, par exemple, et perdant peu à peu sa vitesse. On voit, dans ces conditions, se succéder rapidement les phénomènes suivants :

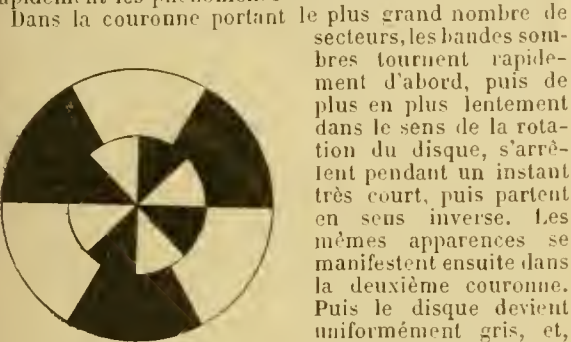


Fig. 2. — Disque pour la stroboscopie de la lampe à incandescence.

Dans la couronne portant le plus grand nombre de secteurs, les bandes sombres tournent rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement dans le sens de la rotation du disque, s'arrêtent pendant un instant très court, puis partent en sens inverse. Les mêmes apparences se manifestent ensuite dans la deuxième couronne. Puis le disque devient uniformément gris, et, après un temps plus ou moins long, on voit se reproduire le même phénomène, mais avec un nombre de bandes sombres deux fois plus considérable, marchant d'abord dans le sens direct, puis dans le sens rétrograde. Enfin le disque redevient gris, jusqu'au moment où la vitesse est assez faible pour que les bandes apparaissent isolément.

Cette expérience, qui peut être variée de bien des manières, offre un réel intérêt de démonstration; elle permet d'aller plus loin encore; si l'on s'entoure de quelques précautions, elle donne la possibilité d'analyser avec une certaine précision la variation de l'éclat des lampes, et même, avec des dispositifs particuliers, la forme de cette variation.

Les observations que nous avons pu faire nous ont montré que l'ordre de grandeur des variations ne s'écartait pas notablement de celui qu'indique le calcul approché.

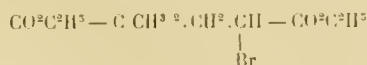
§ 3. — Chimie

Synthèse de l'acide isocamphoronique. —

En traitant l'anhydride α -diméthylglutarique :

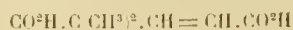


par le pentachlorure de phosphore et le brome, et en versant ensuite le produit de la réaction dans l'alcool, M. W.-H. Perkin junior a obtenu l'éther bromodiméthylglutarique :

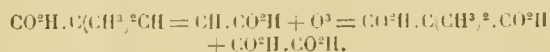


qui constitue un liquide huileux bouillant à 165-170° (35^{mm}).

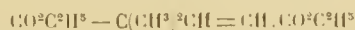
Par l'action de la potasse alcoolique sur cet éther, on obtient l'acide diméthylglutaconique :



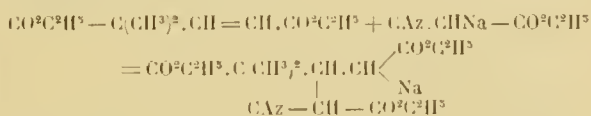
qui cristallise dans l'eau en tables fondant à 172° et constitue vraisemblablement un stéréoisomère de l'acide α -diméthylglutaconique préparé par Conrad¹, lequel fond à 150°. Il est, du reste, absolument certain que l'acide fondant à 172° est bien l'acide diméthylglutaconique, car l'oxydation manganique à la température de 0° le convertit quantitativement en acides diméthylmalonique et oxalique :



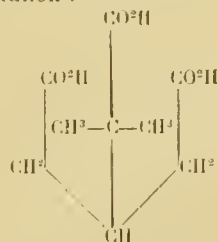
L'acide diméthylglutaconique est rapidement étherifié par l'alcool et l'acide sulfurique. L'éther diméthylglutaconique :



est un liquide incolore, bouillant à 200° (200^{mm}). Quand on fait digérer cet éther en solution alcoolique avec l'éther cyanacétique sodé, il se produit une condensation, et si l'on chauffe alors avec de l'acide sulfurique dilué, l'on obtient aisément un acide fondant à 166°, possédant la formule empirique $\text{C}^{14}\text{H}^{16}\text{O}^6$, et qui est identique avec l'acide isocamphoronique. Cette identité a été prouvée par le fait que le point de fusion de ce produit n'est point changé quand on le mélange avec une quantité égale d'acide isocamphoronique provenant du pinène. De plus, quand on le chauffe avec de l'acide sulfurique concentré à 100°, l'acide synthétique est converti en acide terpénylique. Cette transformation, comme l'a montré Tiemann², est caractéristique de l'acide isocamphoronique. La condensation de l'éther diméthylglutaconique avec l'éther cyanacétique peut être exprimée ainsi :



L'éther cyané ainsi produit donne à l'hydrolyse au moyen de l'acide sulfurique et après élimination d'acide carbonique, l'acide isocamphoronique qui doit donc avoir pour constitution :



C'est la formule qui a été proposée en premier lieu par Tiemann³.

La diastase de la fermentation gallique.

— L'acide gallique s'obtient en abandonnant des noix de Galles, pulvérisées et humectées d'eau, à la fermentation spontanée. Le tanin qu'elles renferment se transforme alors peu à peu en acide gallique qu'on

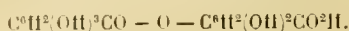
¹ Ber. d. deutsch. Ch. Ges., 1900, 33, 920.

² Ber. d. deutsch. Chem. Ges., 29, 2613.

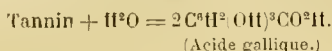
³ Ber. d. deutsch. Chem. Ges., 1896, 29, 2614.

isole finalement par dissolution dans l'eau chaude et cristallisation.

Comme l'a montré M. Van Tieghem, en 1868, ce sont des moisissures, l'*Aspergillus niger* ou le *Penicillium glaucum*, qui opèrent la transformation du tannin. Celui-ci a, d'après les travaux de Schiff, la formule d'un anhydride particulier de l'acide gallique :



C'est donc en fixant une molécule d'eau, en s'hydrolysant, qu'il donne naissance à l'acide cherché :



On avait lieu de croire, d'après cela, que les moisissures reconnues par M. Van Tieghem doivent agir en sécrétant une diastase spéciale, une tannase; mais il fallait le démontrer et on n'y avait pas encore réussi.

MM. Fernbach et Pottevin, cherchant chacun de son côté, viennent de combler cette lacune (*Comptes rendus Ac. des Sciences*, t. CXXXI, p. 1214 et 1215). En cultivant l'*Aspergillus* sur du liquide de Raulin, dans lequel le sucre est remplacé par du tanin, ou même de l'acide gallique, il se développe un mycélium assez épais, qu'il leur a suffi de laver, puis de faire macérer dans l'eau, pure ou chloroformée, pour obtenir une solution de tannase. Celle-ci, filtrée à la bougie Chamberland, hydrolyse le tanin et le transforme complètement en acide gallique.

La tannase est, comme les autres diastases, précipitée par l'alcool de sa solution aqueuse; elle agit en milieu neutre ou acide; enfin, sa température optimale est aux environs de 67°.

Dans la Nature, l'acide gallique accompagne quelquefois le tanin; aussi la diastase capable de dédoubler celui-ci doit-elle être assez répandue. M. Pottevin l'a signalée déjà dans les feuilles de sumac.

§ 4. — Physiologie

Nouvelles études sur la Bile. — Sous la direction du professeur Pawlow se continuent, au laboratoire de Physiologie de l'Institut de Médecine expérimentale de Saint-Petersbourg, les intéressantes recherches sur les sucs digestifs, dont nos lecteurs ont eu connaissance il y a quelques mois, par un article de notre collaborateur, M. Arlhus¹. Après avoir porté leur attention sur le suc gastrique et sur le suc pancréatique, les physiologistes pétersbourgeois abordent l'étude de la bile. Le travail est signé de M. Bruno et a été publié dans les *Archives des Sciences Biologiques*, Volume VII, page 87.

Ce travail porte sur deux questions: sur les lois de l'écoulement de la bile dans le duodénum et sur les fonctions digestives de la bile.

Les lois de l'écoulement normal de la bile dans le duodénum ne peuvent être connues que par l'observation d'un animal porteur d'une fistule pratiquée de telle façon que le sphincter duodénal du canal cholédoque soit conservé. Ce sphincter, en effet, ne se relâche qu'à certains moments, dans l'intervalle desquels il arrête complètement l'écoulement biliaire. C'est dire que cette étude ne peut être faite ni au moyen de la fistule de la vésicule biliaire (fistule cholécystique), ni au moyen de la fistule du canal cholédoque pratiquée en un point de son trajet (fistule cholédoque). M. Bruno a pratiqué une fistule duodénale intéressant la portion du duodénum dans laquelle s'ouvre le canal cholédoque: par deux incisions convenablement dirigées, il sépare le fragment duodénal du reste du duodénum, répare par une suture la plaie du duodénum et attire à la peau le fragment duodénal isolé porteur de l'orifice normal du canal cholédoque.

En opérant ainsi sur le chien, on constate que l'écou-

lement biliaire est discontinu: il ne se produit pas pendant le jeûne. Lorsque l'estomac est vide, et bien que la vésicule contienne alors de la bile, ainsi qu'on l'a observé des milliers de fois, il ne se produit aucun écoulement par la fistule de Bruno, ni sous l'influence des mouvements généraux, ni sous l'influence des fortes inspirations, ni sous l'influence des efforts, ni sous l'influence des changements de pression abdominale ou thoracique. En présentant à l'animal des aliments, en les lui faisant sentir, on ne provoque aucun écoulement biliaire, même si l'animal a été maintenu en état de jeûne prolongé. La bile s'écoule, au contraire, pendant les heures qui suivent le repas. L'écoulement commence de dix minutes à une heure après le repas (quinze minutes en général après un repas de lait, quarante-cinq minutes après un repas de viande ou de pain); il dure pendant tout le temps que l'estomac est rempli et cesse de cinq à dix minutes après l'évacuation finale du chyme gastrique dans le duodénum.

La cause première de cet écoulement ne doit pas être cherchée dans les phénomènes bucco-pharyngo-œsophagiens du repas, car l'écoulement biliaire ne se produit pas si l'on fait prendre à un chien œsophagotomisé un repas fictif (l'œsophage incisé est suturé à la plaie opératoire du cou, et les aliments avalés tombent au dehors par cette plaie). — Elle ne doit pas être cherchée dans l'action mécanique exercée par les aliments sur la paroi gastrique, car on peut introduire dans l'estomac, par une fistule, des substances qui ne produisent pas d'écoulement biliaire: telle est, par exemple, l'ovalbumine, qui ne provoque point, dans ces conditions, de sécrétion de suc gastrique. — Elle ne doit pas être cherchée dans l'acte de la sécrétion gastrique ou pancréatique, car ces sécrétions sont provoquées elles-mêmes par le repas fictif, inefficace, nous venons de le dire, pour provoquer l'écoulement biliaire.

Si nous tenons compte de la période latente de la production de l'écoulement biliaire après le repas; si nous considérons que cet écoulement cesse quelques minutes après l'évacuation finale du chyme dans le duodénum, ou après son évacuation par une fistule gastrique, nous sommes amenés à conclure que l'excrétion biliaire est produite par le passage du chyme gastrique dans le duodénum.

Parmi les substances contenues dans le chyme gastrique, ce ne sont pas les substances acides qui provoquent, par leur action sur la muqueuse duodénale, l'écoulement biliaire; car l'introduction, dans l'estomac et, par son intermédiaire, dans le duodénum, d'acide chlorhydrique dilué, ne provoque point cet écoulement. On sait, en outre, que le repas fictif détermine la sécrétion d'un suc gastrique très acide; nous avons vu que l'écoulement biliaire ne se produit pas sous son influence. Les substances actives du chyme sont les produits de la transformation peptique des substances albuminoïdes, les matières grasses, et les substances qu'on a coutume de grouper sous le titre de substances extractives. On démontre, en effet, au moyen de l'animal porteur de la fistule de Bruno, que l'ingestion d'une solution de protéoses peptiques, d'huile d'olives ou d'amandes douces, d'une solution d'extrait de viande Liebig, provoque un écoulement biliaire.

Remarquons ici que l'excrétion biliaire et la sécrétion gastrique sont, l'une et l'autre, provoquées par les produits de la digestion peptique des substances albuminoïdes et par les substances extractives; mais la sécrétion gastrique n'est pas provoquée par les graisses, tandis que l'excrétion biliaire est engendrée par ces substances. La sécrétion pancréatique et l'excrétion biliaire succèdent à l'ingestion de matières grasses; mais, si l'acide chlorhydrique peut provoquer la sécrétion pancréatique, il est incapable d'engendrer l'écoulement biliaire.

On sait que la bile n'est pas, à proprement parler, un suc digestif: elle ne contient point de ferments solubles capables d'agir sur les diverses matières alimentaires: point d'amylase capable de transformer

¹ Voyez la *Revue* du 15 juillet 1899.

l'amidon en dextrines et en maltose ; point de pepsine ou de trypsine capable de peptoniser les substances protéiques, point d'invertine capable de transformer la saccharose en sucre inverti. Mais la bile joue un rôle indirect dans la digestion. Ce rôle est double : d'une part, elle est un des facteurs qui, dans le duodénum, mettent fin à la digestion peptique ; d'autre part, elle favorise éminemment l'action diastasique du suc pancréatique. Les expériences de M. Bruno établissent avec la plus grande netteté cette action favorisante. Des mélanges de bile et de suc pancréatique produisent une transformation des substances protéiques, des hydrocarbonés et des graisses, beaucoup plus rapide et beaucoup plus profonde que le suc pancréatique seul. On ne doit pas imaginer que la bile renferme quelque proferment qui, en présence du suc pancréatique, se transformerait en ferment, car le mélange de bile bouillie et de suc pancréatique se comporte comme le mélange de bile non bouillie et de suc pancréatique. La bile agit donc en rendant le milieu plus favorable à l'action des diastases pancréatiques.

§ 5. — Hygiène publique

Opinion des médecins sur les Sanatoria populaires. — Au sujet des sanatoria populaires dont la *Revue* a entretenu ses lecteurs dans son dernier numéro¹ et du grand effort que tentent, pour en créer un en Seine-et-Oise, la Municipalité de Versailles et diverses Sociétés de secours mutuels du département, plusieurs éminents cliniciens nous ont fait l'honneur de nous adresser les lettres suivantes, qu'il nous paraît utile de publier :

Mon cher Directeur,

Les médecins de Versailles ont trouvé le moyen de réaliser la création d'un sanatorium populaire, et ils ont, suivant moi, trouvé le meilleur moyen.

Je ne puis donc qu'approuver sans réserve leur initiative et serais heureux qu'ils pussent réussir.

Agrééz, etc.

P. Brouardel.

Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, Doyen de la Faculté de Médecine.

Cher Monsieur,

Mon approbation vous est acquise, c'est-à-dire acquise au corps médical de Versailles, entièrement.

Votre bien dévoué.

Dr A. Gilbert.

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Médecin de l'Hôpital Broussais.

Cher monsieur et ami,

En réponse à la circulaire que vous avez bien voulu me faire parvenir concernant la décision prise par les médecins de Versailles de créer un sanatorium populaire pour tuberculeux, je m'empresse de vous faire savoir que j'approuve complètement ce projet.

La lutte contre la tuberculose réclame toutes les initiatives et toutes les bonnes volontés.

A défaut de l'initiative du Gouvernement, souvent enrayée par des considérations budgétaires, il y a grand intérêt à ce que les municipalités, syndiquées par arrondissement, par cantons ou par groupements, s'efforcent de créer des sanatoria, dans lesquels les tuberculeux au début pourront guérir et cesseront d'être nuisibles à leurs compagnons de travail et à leur famille.

Mon concours, si peu important qu'il soit, est assuré à l'œuvre si intéressante de la ville de Versailles.

Recevez, etc.

H. Richardière.

Médecin des Hôpitaux de Paris.

Mon cher Directeur,

M'est avis que l'initiative prise par les médecins de Versailles est des plus importantes ; m'est avis qu'autour d'elle doivent se grouper toutes les municipalités de l'arrondissement, si elles veulent s'assurer contre le flot montant de la tuberculose. Je vous envoie mon acquiescement au projet d'entente et d'accord entre les

municipalités et les sociétés de secours mutuels ; ce projet permettra, par voie détournée, d'arriver, pour la construction et l'entretien d'un sanatorium versaillais, aux résultats obtenus en Allemagne par voie légale d'assurance contre la maladie.

Il faut savoir gré à nos confrères de Versailles de réussir à persuader les municipalités qu'elles ne s'assureront contre la morbidité et la contagion de la tuberculose qu'autant qu'elles y travailleront par des mesures de prévoyance et d'assistance, au premier rang desquelles s'imposent le sanatorium populaire et les caisses de santé.

Veuillez, etc.

Dr Landouzy.

Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.

Monsieur,

En réponse à votre lettre circulaire du 11 janvier, je m'empresse de vous répondre que je suis partisan absolument convaincu des sanatoria populaires, et que je considère comme d'une importance capitale pour le succès de la lutte à entreprendre contre la tuberculose, la création, en très grand nombre, de ces établissements. Je ne puis donc qu'applaudir à la décision collective des médecins de Versailles, et je souhaite ardemment que les municipalités de Versailles et de l'arrondissement répondent résolument au vœu du corps médical. Ce serait d'un excellent exemple et d'une importance capitale.

Veillez agréer, etc.

Dr Gaston Poupinel.

Mon cher ami,

Il me semble impossible de ne pas féliciter hautement le corps médical de Versailles d'avoir pris l'initiative de cette excellente mesure.

La tuberculose est curable, mais à condition qu'on ne s'y prenne pas trop tard. Certes il est bon, il est humain de secourir les mourants qui languissent dans les douleurs d'une lente et progressive agonie, alors qu'il n'y a plus d'espoir à former. Mais pourquoi ne pas aider et protéger ceux qui peuvent guérir ?

Les sanatoria destinés aux malades qui peuvent guérir valent mieux que les asiles qui rendent moins cruelle la mort des malades qui ne peuvent pas être sauvés.

L'initiative des médecins et des Syndicats de Versailles devrait être partout imitée.

Crois-moi, cher ami, ton fidèlement dévoué,

Charles Richet.

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris

Monsieur,

Vous voulez bien me demander mon avis au sujet du projet de création d'un sanatorium populaire de tuberculeux dans l'arrondissement et pour les malades de l'arrondissement de Versailles.

Je considère que ce projet doit être vivement encouragé. Et il est désirable, à tous les points de vue, qu'il trouve bon accueil près des municipalités.

Dr Gilbert Ballet.

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Médecin des Hôpitaux.

Mon cher Directeur,

Ce grand mouvement d'hygiène sociale qui se dessine chaque jour davantage, n'a pas d'expression plus immédiatement utile et profitable pour l'avenir de notre race, que la création de sanatoria pour les tuberculeux pauvres.

Je n'ai pas à reproduire ici les arguments en faveur de ces institutions, qui sont des œuvres de solidarité et d'économie sociales bien entendues : ces arguments sont aujourd'hui reproduits partout, et bien connus de ceux que préoccupent les grandes questions médicales.

Je ne puis donc qu'approuver de toutes mes forces le vœu exprimé par les médecins de Versailles dans leur réunion du 3 décembre 1900.

Veillez agréer, etc.

Dr Ray. Durand-Fardel.

Ancien Chef de l'Unité de la Faculté.

¹ Voyez la *Revue* du 15 janvier 1901, t. XI, p. 5 et suiv.

Mon cher ami,

Je considère comme pouvant être d'une grande importance sociale cette union projetée entre le corps médical et les Municipalités d'une région et le groupement syndical de ces Municipalités mêmes.

D^r Gley,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris

Monsieur,

Je m'associe volontiers aux démarches du corps médical de Versailles, en faveur de la création du sanatorium populaire.

Le seul moyen de combattre victorieusement le fléau de la tuberculose est de traiter les tuberculeux au début de la maladie. Il faut donc les y inviter et leur en donner le moyen. La création de sanatoria doit se compléter par les caisses de secours aux malades, secours qui doivent être suffisants pour que les familles secourues y trouvent l'équivalent de travail du membre momentanément hospitalisé.

Les riches, en donnant les sommes nécessaires, s'assurent contre la contagion; l'Etat économise des vies humaines et crée une armée; les municipalités conservent un contribuable et font l'assainissement des communes. Un pauvre tuberculeux vaguant dans la rue est un danger; à l'hôpital, un fléau; au sanatorium, il tend à redevenir une unité de travail, et, rentrant guéri, à grossir la richesse municipale d'un contribuable vaillant et apte au travail.

Je suis heureux de voir l'initiative de Versailles et regrette que Paris n'ait pu en donner l'exemple.

Veuillez agréer, etc.

D^r Allyre Chassevant.

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine

Monsieur le Directeur,

L'idée de grouper les municipalités de l'arrondissement de Versailles pour la création d'un sanatorium populaire destiné aux tuberculeux constitue l'initiative la plus heureuse et la plus féconde et prépare la meilleure solution du grave problème qui commence à préoccuper l'opinion publique.

La lutte contre la tuberculose ne sera sérieusement entamée que le jour où, dans le moindre village comme dans la plus grande ville, l'intérêt privé sera d'accord avec l'intérêt public pour dépister la maladie dès son début et pour la soigner quand elle est encore guérissable. En répondant avec ensemble et générosité au vœu du corps médical de Versailles, les municipalités de l'arrondissement donneront un grand exemple de patriotisme éclairé; en assurant la création d'un sanatorium inter-communal pour tuberculeux pauvres, elles rendront un service signalé non seulement aux populations de Seine-et-Oise, mais à la France tout entière.

Recevez, Monsieur, etc.

D^r Fr. Barth.

Médecin de l'Hôpital Necker

Monsieur le Directeur,

Je suis persuadé que la tuberculose est beaucoup plus contagieuse qu'héréditaire; que, de plus, cette maladie, bien soignée surtout dès le début, doit et peut guérir. Par conséquent, il est désirable que les municipalités répondent à l'appel du corps médical.

Il serait fort utile, pour ne pas dire indispensable, d'installer dans ces maisons un laboratoire de chimie rudimentaire, permettant d'analyser facilement les urines et surtout de déterminer l'acidité, car un tuberculeux hypoacide et éliminant ses phosphates est un tuberculeux qui va mal ou est sur le point d'aller mal; au contraire, un tuberculeux hyperacide et éliminant peu de phosphates est un malade qui tend vers la guérison.

Ce qu'il faut donc surtout, c'est augmenter l'acidité; la meilleure méthode est celle des injections sous-cutanées de sérum artificiel; règle générale: moins on donne de médicaments par la voie buccale, mieux cela vaut, car tous les remèdes éteignent plus ou moins

le tube digestif. En résumé: cure d'air (sanatorium), repos, bonne nourriture, sérum artificiel, pas de médicaments, telle devrait être la marche à suivre dans cette affection: les sanatoria sont donc tout indiqués.

Agréer, etc.

D^r R. Marage.

Docteur en sciences.

Mon cher collègue,

J'estime que l'initiative prise par les médecins de Versailles au sujet de la création d'un sanatorium populaire pour tuberculeux est du plus haut intérêt. Il est fort désirable, dans l'intérêt des malades aussi bien que de ceux qui ne le sont pas, mais ne sont point à l'abri de la contagion, de la voir couronnée de succès.

Et ce serait certainement là un grand et bon exemple que donneraient les municipalités de l'arrondissement en répondant au vœu du corps médical.

Veuillez agréer, etc.

Paul Richer.

Membre de l'Académie de Médecine.

Monsieur,

Ce serait avec joie que je verrais le projet de création d'un sanatorium pour les tuberculeux, aboutir. Cet établissement est de toute nécessité et rendrait un véritable service aux malades eux-mêmes et à l'entourage de ceux-ci, trop souvent contaminé par le tuberculeux, toutes les précautions recommandées restant forcément impraticables dans les classes pauvres.

J'estime donc qu'il serait d'un excellent exemple et d'une grande importance que les municipalités répondissent favorablement au vœu du corps médical, auquel je m'associe de grand cœur.

Recevez, etc.

D^r Magnus.

Cher monsieur,

La création d'un nouveau sanatorium populaire pour tuberculeux me paraît un des meilleurs moyens de lutter contre la tuberculose, surtout si l'on organise, à côté des services cliniques, des laboratoires de recherches avec toutes les ressources nécessaires aux études bactériologiques. C'est ce que la ville de Lyon a fait à Hauteville et il est à désirer que toutes les grandes villes suivent cet exemple.

Veuillez agréer, etc.

D^r C. Phisalix.

Assistant au Muséum.

Monsieur,

En réponse à votre circulaire du 11 courant, je m'empresse de vous faire savoir que, à mon avis, il serait d'un excellent exemple et d'une grande importance que les municipalités de l'arrondissement de Versailles répondissent à l'unanimité au vœu du corps médical relatif à la création d'un sanatorium populaire pour tuberculeux.

Veuillez agréer, etc.

D^r Laugier.

*Médecin à la maison de Nanterre,
Sous-chef du Service Médical
de la Compagnie de l'Ouest,
Expert près les tribunaux.*

Cher Monsieur,

L'initiative de nos confrères de Versailles est, comme vous le dites, des plus importantes; nous devons les féliciter hautement de l'avoir prise, et pousser de toutes nos forces à la réalisation de leur projet.

Mais permettez-moi maintenant de vous dire que vous allez loin, en ajoutant: « Elle prépare une solution complète de la grosse question de la lutte contre la tuberculose etc... ». Cette question, je le crains, n'est pas de celles qui peuvent recevoir une solution « complète ». Notez, en effet, que la généralisation aussi large qu'on peut la prévoir du système sanatorial, assurera — et c'est beaucoup — la cure *maxima* réalisable; mais ne vaudra contre l'expansion tuberculeuse, que dans la mesure où la dissémination bacillaire, par les malades, est elle-même cause efficiente de tuberculose.

Or, il semble probable: 1° que le bacille est d'origine végétale et qu'il est répandu largement dans la Nature, d'où il essaïmera toujours, même en supposant l'extinc-

tion de tout foyer *humain*; 2° et c'est un corollaire, qu'il est présent chez l'homme sain beaucoup plus fréquemment qu'on ne supposait d'abord; 3° que son énergie pathogène est plus restreinte qu'on ne croyait; 4° enfin que cette énergie même est en raison directe de la déchéance organique.

Tout cela revient à dire que les causes les plus ordinaires de cette déchéance — surmenage, insuffisance alimentaire, méphitisme, alcoolisme etc. — dominant de haut la matière, et que la solution, forcément incomplète sans doute, quoi qu'il arrive, est étroitement liée à la solution même de la — ou des — questions sociales.

J'ai développé récemment certaines de ces idées, peu en vogue, j'en conviens, mais motivées pourtant, dans le numéro de juillet 1900, de *« L'Œuvre antituberculeuse. »*

Veillez agréer, etc.

L. Jacquet.

Médecin des Hôpitaux de Paris.

Monsieur le Directeur,

Sans avoir les qualités requises pour donner un avis indiscutable sur la question des sanatoria, je puis répondre à votre lettre-circulaire datée du 11 janvier 1901. Les termes généraux de ma réponse sont l'expression de la conviction de tous les corps médicaux avec lesquels je suis en rapport:

1° Toutes les municipalités de France sont intéressées à la question de la fondation des sanatoria pour tuberculeux: les unes, à titre de traitement effectif pour leurs membres atteints de tuberculose, en plus ou moins grand nombre; les autres, à titre de traitement préventif.

Versailles et les villes de la banlieue parisienne doivent plus que d'autres encore agir d'après ces deux ordres de considérations (traitement effectif et préventif), et agir vite: en effet, bon nombre des tuberculeux parisiens émigrent, tôt ou tard, vers la banlieue; celle-ci se trouve contaminée effectivement, ou, dans tous les cas, fortement menacée.

2° Il y a lieu de traiter en sanatorium les tuberculeux curables à lésions confirmées, mais, plus encore, et surtout, d'ouvrir des sanatoriums pour tous les malades que le médecin, ou qu'une Commission médicale déclare suspects de tuberculose. Comme on l'a dit, et comme il faut le répéter sans cesse: « Il est indispensable de soigner les tuberculeux trop tôt ».

Ce paradoxe si vrai doit solliciter toute l'attention des municipalités, car, au point de vue médical comme au point de vue financier, *il vaut mieux prévenir que guérir.*

Les gens que la décision médicale enlève pour un temps à leurs travaux rémunérateurs devant être assurés d'une compensation pécuniaire suffisante pour leur famille, pendant la durée du traitement, il est indispensable que toutes les municipalités de l'arrondissement se liguent avec la métropole versaillaise, pour décider la plus prompte solution du problème des sanatoria à créer et à soutenir matériellement et moralement par l'union des efforts réunis des municipalités et des sociétés de secours mutuels.

Veillez, etc.

L. Triboulet.

Médecin des Hôpitaux de Paris.

Cher Monsieur,

Quand on étudie la façon dont la lutte contre la tuberculose a été conduite en Allemagne, en Belgique et en Suisse, c'est-à-dire dans les seuls pays qui possèdent ou vont posséder un nombre suffisant de sanatoria, on est obligé de se dire que l'initiative individuelle isolée, je veux dire la charité privée, organisée ou non, aurait été incapable de réaliser une œuvre aussi considérable. Même inépuisable, comme on la dit, elle ne peut intervenir qu'à titre d'ajutant en se chargeant, par exemple, dans une certaine mesure et pour une part toute petite, de la famille de l'ouvrier hospitalisé, de l'ouvrir lui-même quand il sort amélioré du sanatorium, etc. C'est l'Etat seul qui a fondé les nombreux sanatoria en Allemagne; c'est le Conseil provincial qui s'est chargé de

la création des sanatoria en Belgique; en Suisse, enfin, les sanatoria sont œuvre cantonale.

Chez nous la situation est aussi très nette. Pas plus que pour l'alcoolisme, l'Etat en France ne fera quelque chose pour la tuberculose. Il y a juste un an, le Gouvernement nomma une grande Commission extra-parlementaire pour l'étude des moyens de lutte contre la tuberculose, et M. Waldeck-Rousseau fut à cette occasion couvert de fleurs par la presse médicale aussi bien que par la presse politique. Or, cette pauvre Commission vient de s'éteindre bien doucement, et sa mort passa tout à fait inaperçue. Du reste, même de son vivant, personne dans le monde parlementaire ne s'est jamais occupé de son existence. Elle laissa, comme testament, un recueil de Rapports et de Mémoires d'un intérêt scientifique considérable. Et c'est tout.

Dans notre pays, il y aurait pourtant un moyen bien simple de forcer le Gouvernement de s'occuper sérieusement de cette question: ce serait de la porter devant le suffrage universel, d'en faire une plate-forme électorale. Dans un article que j'ai publié à cette époque, dans la *Revue des Revues*, j'avais adressé en ce sens un appel au parti socialiste, en développant cette idée que, toute considération humanitaire mise de côté, le parti socialiste — et ceci est encore exact pour les autres partis — aurait un intérêt, en tant que parti politique, à s'emparer de la question de la tuberculose, à se poser en défenseur attiré des classes laborieuses, à soulever une agitation fructueuse sur le terrain d'une réforme sociale pratique et d'une réalisation relativement facile. M. Fournière me répondit dans la *Petite République*, en prenant au nom du parti socialiste, l'engagement formel d'attirer l'attention des organisations ouvrières sur l'importance des sanatoria. Il n'en fut plus question. Et pourtant l'histoire des dernières élections de Versailles, que nos lecteurs connaissent, est là pour montrer que la question des sanatoria était une plate-forme électorale idéale, qui passionnait véritablement le lecteur.

Ainsi donc, en France, nous n'avons à compter ni sur le Gouvernement, ni sur les partis politiques, et les trois ou quatre sanatoria qui ont été créés avec le concours de la charité privée montrent que nous n'avons pas à compter sur elle pour arriver à des résultats appréciables.

Nous arrivons ainsi, par exclusion, à conclure qu'en France, la lutte contre la tuberculose ne peut être efficacement conduite que par les Municipalités entraînant ensuite dans leur sphère d'action les Conseils généraux. C'est ce qui a été fait en Belgique et c'est ce qu'on est en train de faire à Versailles.

L'idée d'un sanatorium intercommunal par effort associé des communes voisines est donc des plus heureuses. C'est une véritable expérience sociale à laquelle devrait s'intéresser la pléiade d'écrivains et de philanthropes qui se réclament de Le Play et du comte de Chambrun. Elle est sûre d'aboutir, car les efforts des hommes qui ont imaginé cette combinaison sont secondés par tous ceux qui se soucient réellement de l'avenir de notre pays.

D^r R. Romme.

Préparateur à la Faculté de Médecine.

Monsieur,

J'applaudis à l'initiative du corps médical et de la municipalité de Versailles, car elle prépare une solution à l'organisation des sanatoria populaires.

Il n'y en a pas en dehors des caisses d'assurances par voie de mutualité ou autre. Je ne crois pas à la bienfaisance pour la constitution d'œuvres durables.

Il faut se hâter. Le danger presse et menace tous les ans plus vite. La tuberculose est partout, dans toutes les classes, à tous les âges. La méningite tuberculeuse tue toujours plus nombreux les enfants parisiens; je le constate avec terreur à la ville et à l'hôpital.

Aucun sacrifice n'est à redouter; que Versailles agisse donc, et son œuvre, plus belle et plus efficace que toutes les défenses héroïques de certaines villes assiégées, lui méritera mieux que la croix d'honneur qu'on leur

donne, car ce sera la reconnaissance de tout ce qu'il y a d'intelligent et d'averti en France.

D^r Louis Guinon,
Médecin de l'Hôpital Trousseau.

Monsieur le Directeur,

L'utilité de créer un sanatorium en Seine-et-Oise, n'est, je crois, discutée par personne. Ce sanatorium sera rapidement rempli et rendra les plus grands services. Ici même j'ai déjà reçu plusieurs demandes provenant d'habitants de ce département, demandes malheureusement impossibles à accueillir puisque Angicourt est réservé aux Parisiens.

L'idée d'un groupement syndical des municipalités de l'arrondissement paraît particulièrement heureuse. Ce groupement est quelque chose de nouveau, bonne condition pour réaliser une fondation aussi nouvelle qu'un sanatorium. Les anciennes organisations d'Assistance auraient plus de mal que ce groupement d'origine récente à se dégager de leurs vieilles traditions. Elles auraient toujours tendance, malgré leur bon vouloir, à ramener le sanatorium vers le type classique d'hôpital ou bien d'hospice. C'est là un danger très grave que votre organisation évitera.

Ce groupement syndical paraît un moyen excellent d'assurer les dépenses de fonctionnement du sanatorium. Pour les dépenses de fondation et de premier établissement, il sera, je crois, utile de faire en même temps appel à la bienfaisance privée. Celle-ci, dans un département aussi riche et aussi éclairé que Seine-et-Oise, ne fera pas défaut.

Vous semblez avec raison compter plus sur l'initiative locale que sur le concours de l'Etat. C'est par l'énergie de ses organisations régionales que l'Allemagne est, en effet, parvenue à créer ses 80 sanatoria pouvant actuellement soigner chaque année plus de 20.000 tuberculeux pauvres. Ne pensez-vous pas, toutefois, qu'en raison de l'importance de quelques hippodromes de Seine-et-Oise, le pari mutuel ne doit pas vous aider un peu? Savez-vous aussi qu'en Allemagne le choix d'un terrain (question toujours délicate) est très souvent résolu par une concession gracieuse dans une forêt de l'Etat?

La tentative de Versailles est tellement intéressante, elle peut avoir une telle valeur d'exemple dans la lutte contre la tuberculose, qu'il importe qu'elle aboutisse. Tout se réduit au fond à une difficulté d'argent. Cette difficulté surmontée, votre succès est certain. Est-il nécessaire de vous dire que notre concours personnel et mon expérience d'Angicourt vous sont à l'avance tout acquis.

Veuillez agréer, etc.
D^r A.-F. Plicque,
Médecin en chef du Sanatorium d'Angicourt.

Monsieur,

Je suis très heureux de l'occasion que vous m'offrez d'applaudir à l'initiative des médecins de Versailles, et suis persuadé que la Municipalité de cette ville comprendra l'intérêt énorme qui s'attache à la fondation des sanatoria dans les conditions proposées. Si l'arrondissement de Versailles mène à bien cette œuvre, son exemple sera fructueux pour la nation tout entière.

Agrérez, etc.
D^r Apert,
Chef de Clinique médicale à la Faculté de Paris

Monsieur,

Je réponds très volontiers à votre demande et suis d'avis qu'il serait d'un excellent exemple et d'une grande importance que les municipalités de l'arrondissement de Versailles répondissent avec résolution au vœu du Corps médical touchant la création d'un sanatorium populaire pour tuberculeux, la guérison n'étant possible que si le malade consent à se faire soigner dès le début de la maladie — ce que permet seul le sanatorium avec prime de secours accordée à la famille.

Agrérez, etc.
D^r Georges Gasne,
*Ancien interne des Hôpitaux de Paris,
Ancien Chef de Clinique de la Faculté de Paris.*

§ 6. — Sociétés savantes

Conférence Scientia. — Le jeudi 17 de ce mois a eu lieu, au restaurant Champeaux, la première réunion de cette année de la Conférence *Scientia*, administrée par MM. Max de Nansouty, Henri de Parville, Charles Richet et Louis Olivier.

Le dîner, présidé par M. Henri de Parville, était offert à M. J. Marey, membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, professeur au Collège de France, directeur de la Station physiologique du Parc des Princes.

Autour de l'illustre savant et pour le fêter, avaient tenu à se grouper nombre de ses amis, de ses admirateurs et de ses disciples, parmi lesquels : MM. Baclé, D^r M. Baudouin, D^r Bérillon, D^r Bianchi, Bischoffshein, R. Blanchard, Bouchez (P.), Bourdon, M. et M^{me} Bouton, Boyer, D^r Béni-Barde, D^r A. Broca, Cailletet, D^r Camus, D^r Cavasse, G. Caye, Champigny, D^r Charrin, Chaumat, Chauveau, Clément, J. Courmont, D^r de Cyon, D^r Carvalho, D^r Cornil, D^r Champetier de Ribes, da Cunha, Dagincourt, Darboux, Delaunay, Deslandres, D^r Doleris, Ducretet, Dujardin, Emmanuel, Fabre-Domergue, Fleury-Hermagis, François-Franck, Gayon, Gariel, Giard, Gley, Godéroy, Guérault, Guart, Gumbeau, D^r Hallion, D^r Hallopeau, D^r Hayem, Henneguy, Hern, Houssay, E. Janssen, J. Janssen, Kœnigs, Lamarzière, D^r Labbé, D^r Laborde, D^r Lancereaux, Lauth, L'Hôte, Lœwy, Laffargue, D^r Manouvrier, D^r Marriage, Mareschal, Marichelle, P. Masson, D^r J. Martin, Mendelssohn, Morieu, M. de Nansouty, Nicloux, L. Olivier, P. Painlevé, de Parville, Pellissier, Pesce, L. Poyet, R. Poyet, M^{lle} Pompignan, M. et M^{me} Phisalix, D^r Pozzi, D^r Quinton, D^r Regnault, D^r P. Richer, D^r Ch. Richet, Richard, Rochefort, Tilly, Albert Tissandier, Paul Tissandier, D^r Topinard, Tridon père et fils, Trouvé, Villars, Vallot, Vitoux.

Au dessert, M. Henri de Parville a porté la santé de M. J. Marey et rappelé, de la façon la plus heureuse, la vie scientifique, c'est-à-dire toute la série des glorieuses découvertes de l'éminent physiologiste. Puis M. Charles Richet, au nom des anciens élèves du Maître, a pris la parole et dit ce que doivent au fondateur de la Méthode graphique et de la Chronophotographie, les physiologistes du monde entier; il a insisté particulièrement sur la grandeur du service que M. Marey a rendu, avec son collaborateur et ami M. Chauveau, aux sciences biologiques, en y introduisant la mesure précise des phénomènes observés. M. Marey, a-t-il dit, couronne aujourd'hui cette œuvre grandiose, en provoquant l'unification des étalons et des méthodes de mesure dans tous les laboratoires de Physiologie. Une telle entreprise va permettre à tous ceux que passionne l'étude de la vie, d'opérer suivant un système de mesure exactement déterminé, de traduire, en quelque sorte, dans la même langue, leurs résultats expérimentaux, et de les comparer utilement. A la confusion actuelle, à l'impossibilité où l'on est de bien définir les conditions expérimentales, et surtout d'apprécier la grandeur des phénomènes biologiques, va succéder, grâce à M. Marey, la possibilité, pour tous les physiologistes, d'expliquer les écarts entre les résultats obtenus par chacun d'eux dans la même étude.

M. Labbé, ancien camarade d'internat de M. Marey, nous a ensuite retenus quelques minutes sous le charme de sa parole, en racontant gaiement quelques épisodes de la jeunesse laborieuse de son ami, et en buvant à la Sainte Amitié.

Sur la proposition de M. Charles Richet, il a semblé à tous les convives que se présentait, pour eux, une charmante occasion de manifester à M. Marey, d'une façon plus durable que par un banquet, leur admiration et reconnaissante affection, et il a été décidé, par acclamation, qu'une médaille commémorative de cette belle fête serait offerte au créateur de la Méthode graphique et de la Chronophotographie.

L'ETNA

A l'occasion du prochain voyage d'étude de la Revue en Sicile et Grande-Grèce occidentale¹, nous avons prié l'un des savants qui ont le plus fait pour la connaissance de l'Etna, de nous donner quelques pages sur le grand volcan sicilien.

L'article suivant, qu'il a bien voulu nous remettre et où nos lecteurs trouveront la synthèse du savoir actuel sur l'une des questions les plus attachantes de la Physique du globe, fera partie d'une série de Mémoires originaux sur la Sicile, que la Revue distribuera, en cours de route, à tous les touristes de la croisière.

L. O.

1

« L'Etna s'élève sur la côte orientale de la Sicile; sa base est baignée par la mer et empiète même légèrement sur la ligne générale des rivages; sa masse imposante et solitaire est complètement détachée des montagnes calcaires et granitiques qui remplissent une partie de son horizon. La forme pyramidale de sa cime (fig. 1, 5, 12 et 18), l'aspect brûlé de ses flancs, la disposition de leurs an-



Fig. 1. — Vue de la cime de l'Etna, prise du Mont Frumento.

fractuosités, qui décèle un groupement autour d'un centre commun, la belle et riante végétation qui couvre sa base, les villes, les villages élégants et presque monumentaux qui s'y détachent sur la verdure, tout y révèle à l'œil, d'aussi loin qu'il puisse l'apercevoir, un massif à part, doué d'une existence individuelle, un de ces points où s'est concentrée de nos jours l'activité de la Nature minérale, où vit une cause sans cesse agissante de destruction et de renouvellement, un volcan, à la fois source de désastres par les secousses qu'il occasionne, par les déjections dont il recouvre le terrain, et source de richesses par la nature du sol que font naître à la longue ses produits accumulés. »

Cette esquisse, aussi rapide que précise, est empruntée à la première page du Mémoire d'Élie de Beaumont sur l'Etna, publié, en 1836, dans les

Annales des Mines. Pour la compléter, il suffit d'ajouter que la cime de la montagne s'élève à une altitude de 3.313 mètres et que la circonférence de sa base est de plus de 140 kilomètres; d'où il résulte que l'Etna, de quelque côté qu'on le considère, à la condition qu'on en soit assez éloigné, frappe moins par son élévation que par l'ampleur de sa masse.

Cependant, la régularité de sa forme conique n'est qu'apparente; il est échanuré à l'est-sud-est par une immense dépression à parois abruptes, connue sous le nom de Val del Bove (fig. 5), qui constitue son trait orographique le plus caractéristique. De plus, la pente de ses flancs varie suivant chacune des génératrices du cône qu'il représente, et, dans chaque direction, elle varie aussi avec l'altitude. Très forte dans les parties hautes, elle diminue peu à peu, de

telles sorte que le mont se termine à la partie inférieure par une ceinture régionale de très petite inclinaison. Enfin, le sommet est tronqué, et le plateau de sa troncature (fig. 3), qui a reçu le nom de Piano del Lago à cause de quelques petites flaques d'eau qui s'y voient au moment de la fonte des

neiges, est surmonté par un cône haut de 300 mètres, creusé d'un cratère d'où l'on voit, presque en tout temps, s'échapper un panache de fumée plus ou moins développé (fig. 15). C'est là, dans les intervalles de repos relatif du volcan, que se concentrent et persistent les manifestations de son activité.

Les changements de pente qu'affecte une même génératrice du dôme montagneux s'effectuent plus ou moins rapidement, et, dans certaines directions, on peut distinguer des sortes de gradins qui interrompent un instant la régularité des variations de l'inclinaison. La discontinuité la plus prononcée est celle qui s'observe entre les pentes très faibles de la région périphérique et les pentes qui dépassent 10° et atteignent jusqu'à 25° sur les parties hautes de la zone centrale. Élie de Beaumont, dans son Mémoire célèbre, avait attaché une importance capitale à cette particularité géodésique et s'en était servi comme d'un argument puissant pour soutenir que la partie abrupte du massif, qu'il désignait sous le nom de *gibbosité centrale*, avait eu un tout autre mode de formation que la région à pentes

¹ Cette croisière, que nous avons déjà annoncée, permettra de visiter toute la Sicile; puis, sur la côte d'Italie: Salerne, Paestum, Amalfi, Naples et Pompéi. Elle aura lieu aux prochaines vacances de Pâques. Le départ s'effectuera de Marseille, le 31 mars; le retour en ce même port, le 16 avril.

faibles constituant ce qu'il appelait les *talus latéraux*.

Cependant, quelle que soit la zone que l'on considère, on n'y trouve, dans tous les cas, que des accumulations de produits de projection et de coulées épanchées ou de dykes solidifiés après remplissage de fentes par des laves en fusion. Ces matériaux sont tous, sans exception, d'origine volcanique ; leur aspect extérieur varie peu, et leur composition chimique est partout sensiblement identique. Le pétrographe le plus exercé ne peut établir aucune différence essentielle entre les éléments les plus anciens de ce sol et ceux des éruptions les plus modernes. Aussi, l'hypothèse d'une dualité orogénique fondamentale du massif de l'Etna ne pouvait être fon-

sérieuses empruntées à l'observation. Le savant géologue français, séduit par la grandeur et la hardiesse des idées de son contemporain allemand, s'en fit le défenseur passionné et puisa dans l'étude

attentive de la structure de l'Etna une série d'arguments ingénieux, qu'il sut grouper et faire valoir avec une grande habileté.

D'après la conception de L. de Buch, le Val del Bove (fig. 5) serait un cratère de soulèvement typique ; les matériaux de ses parois, primitivement déposés en couches presque horizontales, auraient été rompus par l'effort des forces souterraines, écartés à plusieurs kilomètres de

distance de chaque côté de l'ouverture formée, relevés à plus de mille mètres de leur position première et inclinés en sens inverse les uns des autres, de



Fig. 2. — La « Rocca Musarra », dans le Val del Bove.



Fig. 3. — Le Piano del Lago et le Mont Frumento.

dée que sur des considérations tectoniques. C'est, en effet, en partant de données de cet ordre que Léopold de Buch avait été amené à créer sa fameuse théorie des cratères de soulèvement.

Quand Élie de Beaumont visita la Sicile, en 1834, la théorie en question n'était guère qu'une œuvre de pure imagination ; elle manquait de preuves

manière à offrir la disposition anticlinale qu'ils affectent aujourd'hui. La même poussée aurait soulevé toute la gibbosité centrale et subitement porté vers le ciel, à une hauteur de 3.000 mètres, des dépôts précédemment opérés à une faible hauteur au-dessus du niveau de la mer. Tout le reste du volcan, tout ce qui serait postérieur à la produc-

tion du cratère de soulèvement et à la saillie de la gibbosité ne constituerait qu'un mince revêtement, engendré par des éruptions de médiocre importance, comme celles de la période historique et étalé sur la masse déplacée par le cataclysme.

Élie de Beaumont cherche à prouver, par des études statistiques, que les éruptions ordinaires ne rejettent qu'un cube très faible de matières et surtout que leur apport sur les cimes est presque insignifiant; d'où il conclut que des phénomènes de ce genre peuvent, à la rigueur, élargir et surélever un peu la base du volcan, mais qu'ils sont incapables d'expliquer l'im-

posante hauteur de son sommet. Il insiste sur l'existence de longues nappes de laves largement étalées et sur celle de bancs continus et d'épaisseur uniforme de cendres et de lapillis, visibles dans la coupe des parois du Val del Bove et sur l'impossibilité de pareilles formations sur des pentes de 35 à 40°, comme celles des points où on les observe. Il oppose à ces dispositions les allures des coulées modernes lorsque les pentes du terrain sur lequel elles s'épanchent deviennent tant soit peu considérables, leur étroitesse, leur manque

de cohésion, leur aspect scoriacé, leurs inégalités de toute sorte. Il rappelle que les produits de projection s'éboulent et glissent dès que la pente atteint une certaine limite, et qu'ils ne forment des couches d'épaisseur uniforme que lorsque l'inclinaison du terrain qui les reçoit est très petite. Comme conséquence de la comparaison, il arrive à cette con-

clusion que les coulées et les lits de cendres visibles le long de la paroi du Val del Bove ne sont plus aujourd'hui dans la position qu'ils ont dû posséder au moment de leur dépôt primitif.

Le point faible de cette argumentation serrée vient de ce qu'elle se base sur une observation incomplète et insuffisante de la constitution des parois du Val del Bove. Les stratifications concordantes et régulières n'y sont qu'apparentes: étudiées de près, elles montrent toutes les inégalités et les accidents des épanchements ordinaires des éruptions modernes, les mêmes enchevêtrements, les mêmes juxtapositions de coulées étroites et les mêmes superpositions mouvementées. D'autre part, assurément des nappes liquides bien fluides n'auraient pu se solidifier sur de fortes pentes avec une épaisseur tant soit peu notable; mais l'observation des vol-

cans en éruption de nos jours a montré depuis longtemps que la viscosité des laves fondues leur permettait de se comporter tout autrement que ne pourrait le faire un liquide de mobilité parfaite.

Les pentes indiquées par Élie de Beaumont comme limite extrême de celles

qui permettent une solidification des laves en coulées continues sont bien inférieures à celles que révèle l'observation.

Enfin, l'argument principal contre la théorie des cratères de soulèvement est celui que l'on tire de ce fait que les dykes (fig. 2 et 4) qui sillonnent la paroi du Val del Bove ne présentent ni rejets, ni

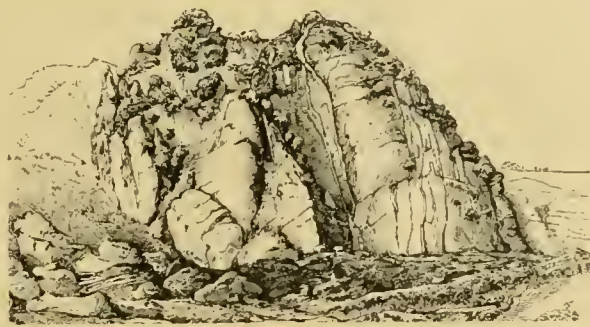


Fig. 4. — La « Rocca Capra », dans le Val del Bove, vue du Midi.

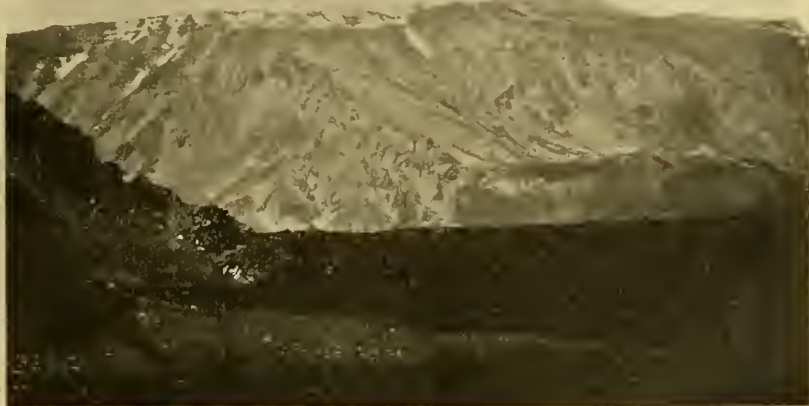


Fig. 5. — Fond du Val del Bove et cime de l'Etna.

failles et surtout de ce qu'ils sont, pour la plupart, verticaux, au lieu de se montrer fortement inclinés et déplacés en conformité du mouvement de l'immense dislocation que comporte l'hypothèse.

La théorie de L. de Buch a été combattue, dès son apparition, par les savants anglais et par quelques rares géologues français. Lyell, son plus redoutable adversaire, n'a pas cessé, pendant plus de quarante ans, de l'attaquer et de travailler à mettre en évidence le peu de solidité de ses fondements. En France et en Allemagne, elle continuait encore à jouir d'un crédit extraordinaire, soutenue par la grande autorité des hommes qui en avaient été les promoteurs; mais enfin la lumière s'est faite entièrement. Aujourd'hui, elle n'est plus citée que pour mémoire, mais elle reste intéressante

l'atmosphère d'immenses quantités de gaz et de vapeurs (fig. 6 et 7). Sur le lieu principal de leur emplacement se dressent des cônes qui sont distribués généralement en séries rectilignes vers la cheminée centrale du volcan et vers l'orifice cratéiforme qui en est le débouché et qui persistent, après extinction de leurs feux, sous forme de pustules plus ou moins volumineuses. Ces cônes parasites, composés de matériaux de projection meubles et altérables, sont peu à peu démantelés par l'action des agents atmosphériques et quelquefois aussi disparaissent, ensevelis sous les apports d'éruptions plus récentes. C'est par centaines qu'on les compte sur les flancs de la montagne, à toutes les altitudes et dans toutes les orientations.

L'Etna forme un massif entièrement volcanique;

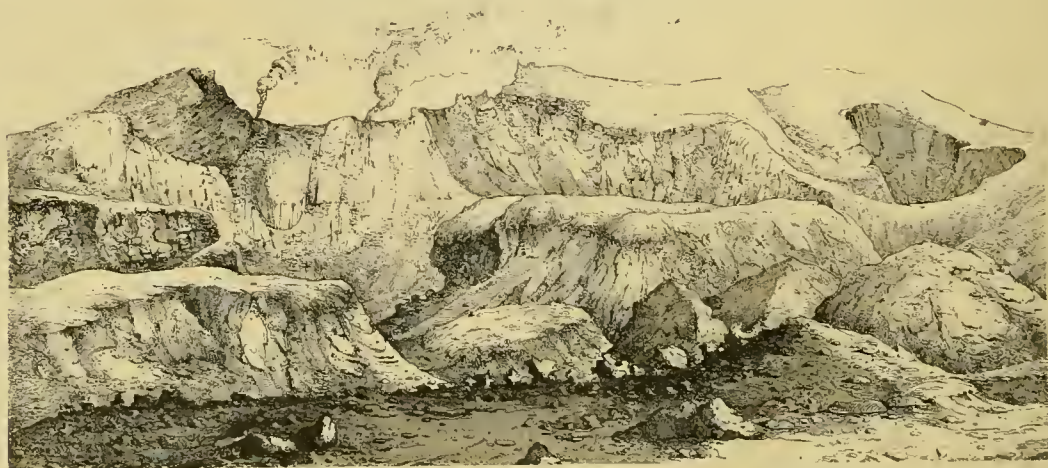


Fig. 6. — Vue du Cratère de l'Etna, en 1836.

dans l'histoire des Sciences en ce qu'elle fournit un exemple frappant de l'engouement auquel le monde géologique se laisse parfois entraîner en faveur des conceptions les plus controversables.

Rentrons maintenant dans le domaine des faits. Ceux que nous avons à décrire sont assez curieux et assez importants pour mériter d'appeler l'attention, surtout si nos interprétations sont acceptées du lecteur comme des probabilités et non comme des vérités entourées d'une certitude dogmatique.

II

L'emplacement de l'Etna, son âge géologique et sa constitution sont tout d'abord dignes d'être notés. Là, il ne s'agit pas d'un volcan simple, mais d'un massif volcanique complet, dans lequel la bouche éruptive principale est escortée de tout un cortège d'événements accessoires qui ont fonctionné successivement sur ses flancs, déversé à maintes reprises des torrents de lave fondue et jeté dans

on n'aperçoit dans sa masse aucun élément d'origine sédimentaire, quoique la profonde entaille du Val del Bove (fig. 5) l'ait découpé sur une immense étendue, en y laissant debout quelques débris de l'ancien sol, tels que les roches Musarra et Capra représentées figures 2 et 4. Il est de formation relativement récente, car il n'a commencé à fonctionner que durant la période quaternaire; mais, depuis lors, ses manifestations ne paraissent pas avoir subi d'interruptions prolongées. Il est entouré d'une ceinture de roches métamorphiques ou sédimentaires visibles sur la majeure partie de son pourtour et relevées, pour la plupart, à de grandes hauteurs, de manière à lui présenter de tous côtés la tranche de leurs assises. Vers l'est et le sud-est, ses laves peuvent couler sans obstacles jusqu'à la mer, mais dans toutes les autres directions elles rencontrent à courte distance une barrière infranchissable de roches stratifiées.

Des gneiss et des micaschistes forment, particulièrement au nord, le revers extérieur de l'enceinte

qui ferme l'enclos ; puis, vient le Jurassique supérieur, représenté par des calcaires compacts sur les hauteurs de l'escarpement qui porte le théâtre de Taormina ; le Crétacé, moins bien caractérisé, lui succède. Des argiles et des calcaires à Nummulites, des marnes à Fucoides apparaissent ensuite, surmontées de puissantes assises de grès tantôt à grains fins, tantôt en conglomérats grossiers. Le Pliocène est largement représenté par des marnes fossilifères, relevées vers l'ouest jusqu'à 240 mètres d'altitude, riches en espèces identiques à celles de la mer voisine ou peu différentes de celles-ci. Enfin, c'est seulement après le dépôt d'assises quaternaires à cailloux roulés que les premières éruptions sont venues au jour.

L'Etna est loin d'avoir eu, aux diverses phases de son développement, une configuration semblable à celle qu'il possède actuellement. Dans une première période, antérieure au creusement du Val del Bove, on doit se le représenter sous la forme d'un amas, d'épaisseur sans cesse croissante, allongé de O.-N.-O. à E.-S.-E. et occupant à peu près l'emplacement actuel de la grande entaille du massif. Sartorius von Waltershausen¹, auquel on doit la plupart de nos connaissances sur l'Etna, a montré qu'à cette époque le maximum d'éruptivité du volcan ne siégeait pas au même lieu qu'aujourd'hui ; il se trouvait à l'est du cône terminal moderne, en un point situé au fond du grand cirque du Val del Bove, au milieu de l'espace connu actuellement



Fig. 7. — Vue du Cratère de l'Etna, en 1838.

Parmi les dépôts sédimentaires que nous venons d'énumérer, les uns sont franchement d'origine marine, les autres se sont faits dans des eaux saumâtres. Leur disposition montre que la région orientale de la Sicile a subi un soulèvement considérable et que, de ce côté, le rivage a été constamment, pendant toute la durée de la période tertiaire, découpé par un large golfe arrondi correspondant à peu près à l'emplacement actuel de l'Etna. C'est au milieu de cet espace que le volcan s'est ouvert et a amoncelé pendant de longs siècles les produits de ses déjections.

Aujourd'hui, le golfe est comblé, dans presque toute son étendue, par les matériaux volcaniques ; et, les dépôts sédimentaires qui en occupent le fond ne se voient plus que vers le sud, dans la plaine du Simeto, ou qu'en étroits ilots épargnés par les courants de feu, près de la bordure des champs de laves et de scories.

sous le nom de Trifoglietto. C'est là, en effet, que s'observe le point de convergence des dykes (fig. 2 et 4) correspondant aux fentes, remplies de laves, par lesquelles le volcan déversait alors ses épanchements incandescents et projetait ses gaz et ses vapeurs embrasées. C'est là qu'était alors la cheminée centrale du volcan. L'Etna de cette époque avait donc son point culminant précisément sur l'emplacement où il est aujourd'hui entaillé le plus profondément. Sa forme était celle d'un immense tumulus funéraire et l'imagination des contemporains pouvait déjà sans peine y voir la tombe d'Enclade enterré vivant, ébranlant le sol de secousses convulsives et exhalant par toutes les fissures du

¹ D^r WOLFGANG SARTORIUS, FREIHERRN VON WALTERSHAUSEN : *Der Etna*, vollendet von D^r Arnold von Lasaulx. Erster Band: Reisebeschreibung Sartorius und Geschichte der Eruptionen; Zweiter Band: Topographisch-geognostische Beschreibung, Entwicklungsgeschichte und Producte des Etna. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1880.

terrain les effluves corrosifs de son haleine brûlante.

L'événement qui clôt cette période est le creusement du Val del Bove. Comment s'est formée cette énorme cavité? A-t-elle été le résultat d'une succession prolongée de phénomènes d'intensités variables et médiocres, ou provient-elle d'une gigantesque catastrophe, devant laquelle tout s'efface, incomparable par sa soudaineté et sa violence, unique dans les fastes du volcan?

L'hypothèse d'une série d'éruptions modérées se produisant sur le même centre, avec accompagnement d'effondrements partiels et d'explosions successives, est au premier abord la plus séduisante.

La comparaison du creusement du Val del Bove avec la formation d'un cratère comme celui du cône terminal de l'Etna n'a donc rien d'étrange. La différence entre les deux phénomènes a pu sans invraisemblance être considérée comme purement quantitative.

Cependant, quand une éruption se présente avec un caractère de gravité tout à fait exceptionnelle, ses effets cessent, à beaucoup d'égards, de pouvoir être assimilés à ceux d'une succession d'éruptions normales de médiocre énergie. Ils acquièrent des caractères distinctifs qui ne permettent plus de les rattacher les uns aux autres par un lien continu.

Or, c'est précisément dans de telles conditions



Fig. 8 — *Acì Castello* : Les îles Cyclopes.

car elle est la plus simple et s'appuie exclusivement sur les données de l'observation courante. Les cratères centraux de tous les volcans actifs sont sans cesse modifiés dans leurs dimensions, leur forme et leur profondeur par les phénomènes dont ils sont le théâtre. Le cratère (fig. 15) de la cime actuelle de l'Etna en est un exemple des plus nets. Ses diamètres varient suivant l'intensité des explosions qui s'y produisent; son orifice actuel est entouré de bourrelets saillants qui attestent l'existence antérieure de poussées volcaniques plus violentes que celles d'aujourd'hui. Sa profondeur subit des modifications incessantes encore plus marquées; tantôt, il est presque entièrement comblé par l'afflux des laves en fusion ou par l'entassement des projections; tantôt, il se présente sous la forme d'un gouffre béant, tellement profond qu'une obscurité complète règne au fond de sa cavité.

qu'ont été engendrés tous les grands appareils volcaniques désignés naguère sous le nom de cratères de soulèvement. Le Val del Bove à l'Etna, le cirque de la Somma au Vésuve, la baie de Santorin dans l'Archipel grec, les caldeiras des Açores, l'entaille gigantesque du Krakatau dans les îles de la Sonde ne résultent point d'une suite prolongée de phénomènes éruptifs d'intensité moyenne, mais chacun d'eux provient d'un grand cataclysme dont la violence ne peut être comparée à celle des éruptions ordinaires les plus puissantes. Ce qui les caractérise surtout, c'est l'énergie inouïe de l'explosion qui a présidé à leur genèse et, au contraire, la faiblesse et souvent même l'absence totale d'épanchements concomitants de laves en fusion.

Les cônes des éruptions normales sont formés de produits de projection retombés près de l'orifice de sortie; d'où résultent une structure toute spéciale

de ces cônes et une forme habituelle à pentes médiocrement inclinées de la paroi intérieure des cratères qui en occupent le centre. Dans les caldeiras et autres appareils éruptifs de même ordre, l'ancien sol est, au contraire, entaillé à parois abruptes; il est comme découpé à l'emporte-pièce; tout ce qui se trouvait dans le domaine d'action de la poussée explosive : matériaux volcaniques compacts ou incohérents, roches sédimentaires ou métamorphiques, roches éruptives anciennes, tout a été broyé, pulvérisé, projeté au loin ou effondré au sein de la matière fondue mise à découvert par l'explosion.

Malgré l'énormité du déblai correspondant au creusement d'une cavité comme le Val del Bove ou la baie du Santorin, ce qui domine dans les projec-

trouve, entassés en dépôts épais au pied des escarpements, sur les talus de faible inclinaison compris entre la sortie du Val del Bove et la mer.

Les îles Cyclopes (fig. 8 à 11), qui montrent leurs récifs pittoresques près de la côte, en face d'Acicastello, n'appartiennent pas aux projections de l'ancien sol du Val del Bove. Quoi qu'en dise la légende qui veut qu'elles aient été lancées par Polyphème à la poursuite d'Ulysse, elles ont eu une origine plus pacifique. Leur base est constituée par une marne verte quaternaire que traversent des dykes de lave noire basaltique et que couronnent des prismes démantelés de la même roche. L'épanchement de ce basalte s'est fait au début du fonctionnement de l'Etna comme volcan.

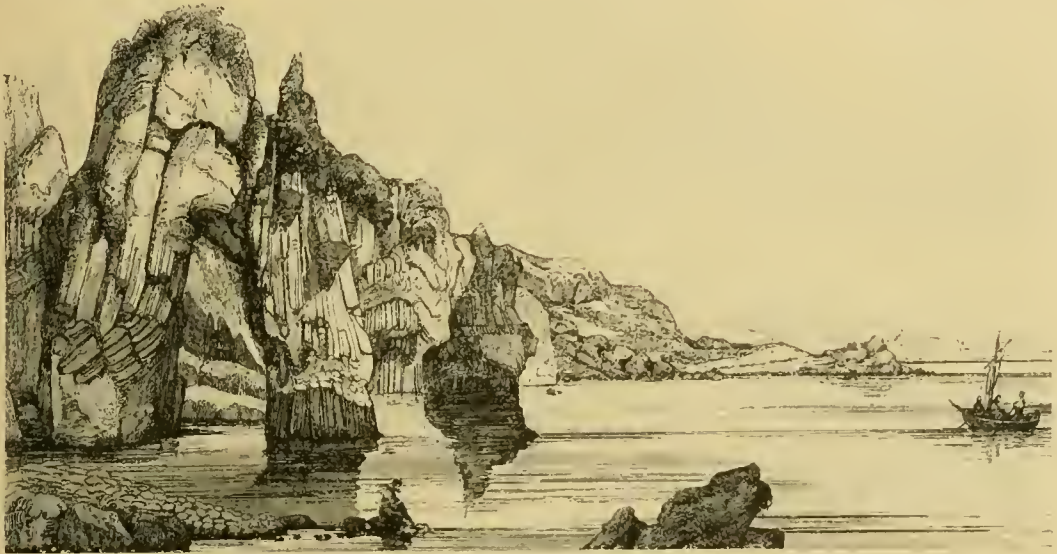


Fig. 9. — La Grotte des Palombes (du groupe des Cyclopes).

tions, ce ne sont pas les débris du sol de la catastrophe, ce sont les éléments du bain incandescent sous-jacent, ce sont des matériaux vitreux qui, refroidis brusquement dans les airs, n'ont pas eu le temps de prendre la structure cristalline des laves des éruptions ordinaires. Dans les grandes caldeiras à laves acides, on les retrouve sur les revers du volcan sous forme de ponce; à l'Etna, dont le magma igné profond possède une constitution chimique basique, on peut les recueillir dans une situation analogue, avec l'aspect de cendres, de lapillis ou de tufs denses et de couleur foncée, mais toujours avec cette vitrosité caractéristique qui ne manque jamais.

Naturellement, ces produits sont peu abondants sur les crêtes ou sur les flancs fortement inclinés de la montagne; ils ne s'y sont guère maintenus et, d'ailleurs, sont faciles à confondre avec les produits projetés par les éruptions normales, mais on les

Malgré ce désaccord entre l'observation géologique et la légende, les îles Cyclopes n'en sont pas moins intéressantes au point de vue scientifique, car on y peut voir un exemple remarquable du métamorphisme exercé par l'épanchement basaltique sur la marne ambiante. Entre la roche sédimentaire et la matière épanchée, des infiltrations d'eaux thermales, chargées de matières minérales, ont déposé une série variée de minéraux cristallisés : grenat, diopside, tremolite, analcime, mésotype, pyrites, etc.

On peut se demander pourquoi le Val del Bove est entaillé dans la direction E.-S.-E. plutôt que dans toute autre orientation. La cause principale de ce fait tient probablement à la configuration et à la structure du sol de cette partie de l'Etna avant l'effondrement. La forme d'anticlinal allongé que nous lui avons reconnue favorisait évidemment une rupture suivant la direction en question. Mais on

peut ajouter encore qu'à l'époque où le centre éruptif du Trifoglietto présentait son maximum d'activité, le centre éruptif actuel avait déjà commencé à fonctionner, comme le prouve l'intersection réciproque de quelques-uns de leurs dykes, et alors les produits des deux foyers se juxtaposaient et s'appuyaient. Le massif dont la sommité correspondait au Trifoglietto était donc, pour ainsi dire, étayé du côté occidental, et, dès lors, il n'est pas étonnant que la montagne se soit ouverte en sens opposé, dans la direction où la poussée explosive rencontrait une moindre résistance.

On peut être aussi tenté de s'étonner de ce que le paroxysme du foyer Trifoglietto ait immédiatement précédé son extinction à peu près complète et que sa longue existence antérieure ait fini d'une manière si brusque et si absolue.

Le cône actuel du Vésuve, les Kamenis de Santorin sont là pour montrer qu'un volcan à caldeira n'est pas nécessairement éteint à tout jamais. On pourrait, il est vrai, citer de nombreux exemples de centres volcaniques dont la vie a cessé complètement après des cataclysmes de ce genre. Mais combien d'autres, après une longue période de repos, reprennent une vie nouvelle ! L'affaiblissement momentané ou définitif du foyer éruptif, en une localité déterminée, peut être attribué à la mise à découvert du bain fon-

du aux points correspondants et à la perte abondante des matières volatiles qui sont l'agent direct des explosions. Il est donc bien naturel d'y voir se produire une période de repos plus ou moins prolongée. Enfin, si le centre du Trifoglietto semble aujourd'hui tout à fait inerte, on peut faire remarquer que le fond du Val del Bove n'est pas dépourvu de toute manifestation volcanique. A maintes reprises depuis le commencement de la période

historique, des éruptions y ont eu lieu. L'une des plus récentes et des plus considérables a été celle de 1852, dont nous devons la description détaillée à Lyell.

Ces objections étant écartées, on peut dire, en résumé, que la formation des grands cirques volcaniques, caldeiras (cratères dits de soulèvement), est caractérisée par la violence et la courte durée des phénomènes, par l'intensité extrême des explosions, la forme abyssique des effondrements, la rareté et la médiocrité des épanchements de matière fondue, l'affaissement consécutif du volcan, épuisé, pour ainsi dire, par la grandeur de l'effort accompli, et la vacuité plus ou moins prolongée des cavités nouvellement creusées. Le terrain am-

biant conserve sa constitution ; il n'est ni soulevé, ni affaissé notablement ; il est entaillé à pic, troué, comme s'il avait été perforé par un énorme projectile animé d'une prodigieuse vitesse.

Après la longue période d'édification qui avait signalé les débuts volcaniques de l'Etna, le creusement du Val del Bove représente une courte phase de destruction, suivie de la période de réédification qui dure encore aujourd'hui. Les éruptions nouvelles, de même que les anciennes, n'ont pas cette instantanéité et cette énergie qui caractérisaient la phase destructive. Le sol se déchire encore à chacune d'elles ; il

se fait encore des explosions, des projections de matières incandescentes, des dégagements de vapeurs et de gaz, des épanchements de lave fondue, parfois très abondants ; mais, bien qu'effrayants encore et souvent dangereux à observer, les phénomènes peuvent être suivis et étudiés dans tout le détail de leurs développements.

On possède actuellement de nombreux enseignements sur la question et, chaque jour, des études

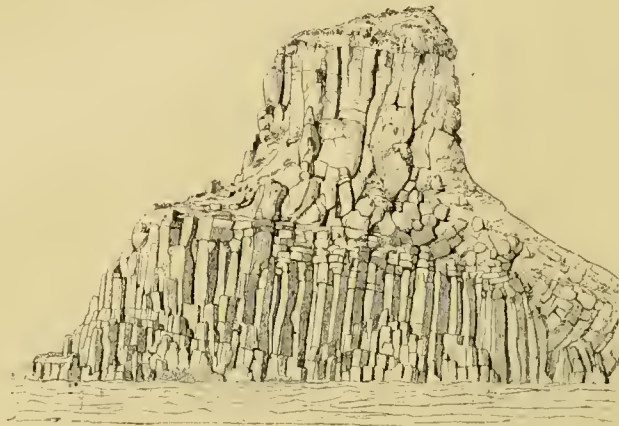


Fig. 10. — *Ecueil des Cyclopes.*

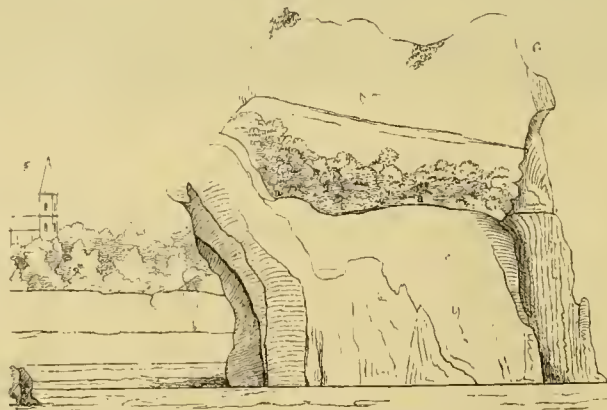


Fig. 11. — *Le Rocher d'Aci Castello, vu de la mer.*

nouvelles étendent encore le champ de nos connaissances. La Chimie et la Minéralogie prêtent aux recherches un concours de plus en plus efficace. Un volcan est un grand laboratoire naturel où les expériences se font d'elles-mêmes et s'offrent spontanément à l'observation.

III

Rien d'intéressant à suivre comme l'évolution d'une éruption. Des commotions souterraines en annoncent le début; puis, le sol se déchire et une communication s'établit entre l'atmosphère et les profondeurs du terrain. Les phénomènes mécanique de cette période sont encore bien peu connus,

et se consolide sous forme de bourrelets cordés emboîtés les uns contre les autres. Plus souvent, c'est une coulée épaisse demeurée liquide dans son intérieur, tandis que sa surface semble refroidie et immobile; cependant, cette coulée marche et progresse, poussant devant elle les blocs qui l'encastrent. Parfois, elle se rompt brusquement à son extrémité terminale et se vide; la cuirasse pierreuse qui l'enveloppait se rompt et s'affaisse, ou, au contraire, se maintient sous forme de tunnel, suivant son degré d'épaisseur et de consistance. Un cas fréquent est celui dans lequel une coulée se termine en cul-de-sac rentlé, immobilisée par l'amoncellement des blocs qu'elle a déversés à son extré-



Fig. 12. — L'Observatoire et le Cratère d'éruption.

mais l'installation d'observatoires de Physique terrestre aux environs des centres volcaniques (fig. 12) permet d'espérer que, dans un avenir prochain, ils dévoileront leurs secrets les plus cachés. On assiste ensuite à l'émission des éléments volatils que l'on peut recueillir et soumettre à l'analyse; on voit les cônes s'élever graduellement et l'on constate l'agencement des pièces de leur structure. Le liquide incandescent s'échappe par quelques points de la fissure; on le voit bientôt s'envelopper d'une carapace produite par la solidification de ses parties superficielles; on peut se rendre compte de toutes les particularités si curieuses de son écoulement et de leurs causes multiples. Tantôt, c'est un courant de feu qui charrie à sa surface des blocs refroidis, comme le fait une rivière en train de se congeler; tantôt, c'est un lit étroit et mince de matière à très haute température et par suite relativement très fluide qui, tout entier, devient rapidement visqueux

mité. Alors, si la solidification n'est pas complète, on voit souvent des jets brûlants s'échapper tout à coup de ses parties latérales, par suite du déplacement de quelques blocs ou de l'ouverture d'une crevasse de retrait.

Les accidents si variés que présente l'écoulement des laves demandent à être observés au fur et à mesure qu'ils se produisent (fig. 13 et 14), car, autrement, lorsque l'arrêt est complet, il est presque impossible de se rendre compte du mode de formation des empilements étranges qui représentent le résultat final.

Mais le spectacle le plus saisissant dans le cours d'une éruption est celui des admirables feux d'artifice qu'engendrent les explosions. Durant la nuit, à chaque détonation, les blocs incandescents projetés illuminent le ciel de points étincelants; ils retombent avec fracas et, pendant quelques instants encore, revêtent la surface des cônes d'un semis

lumineux. Puis, tout rentre dans l'obscurité jusqu'à ce qu'une autre explosion renouvelle le phénomène. Durant le jour, le feu d'artifice se change en un panache de fumée que sillonnent les éclairs de la foudre; le bruit du tonnerre se mêle à celui des détonations éruptives. Le terrain est recouvert d'une couche de matériaux pulvérulents qui constituent ce qu'on appelle de la cendre volcanique, on se trouvent jonchées des masses affectant toutes les grosseurs, depuis celle d'une lentille jusqu'à celle de bombes à couches enroulées dont le volume atteint parfois plusieurs mètres cubes. Les projections les plus effrayantes sont celles qui sont engen-

pauvres en soude et en potasse. Les deux analyses dont nous donnons les chiffres ci-après peuvent être considérées comme représentant la composition des termes les plus écartés de la série :

Silice	46,22	53,66
Acide titanique	1,16	0,33
Alumine	21,52	11,53
Fe ² O ³	5,00	10,06
FeO	7,29	3,20
Chaux	10,19	10,87
Magnésie	2,03	6,93
Sonde	3,97	1,40
Potasse	2,62	2,82
	100,00	100,00

Les deux éléments chimiques dont la proportion



Fig. 13. — Lave récemment épanchée, mais déjà refroidie à sa surface et recouverte de neige dans ses anfractuosités (1863). — La lave, pâteuse, a contourné tous les obstacles, le pied des arbres, etc. L'éruption était toute récente quand l'Auteur de cet article établit son campement.

drées par la lave retombant encore à l'état fondu; alors, dans leur chute, les blocs s'aplatissent et s'étalent à la surface du terrain qui les reçoit; ils écrasent et brûlent.

Ce cas s'observe particulièrement lorsqu'on a affaire à des laves basiques, comme celles de l'Etna, qui, par suite de leur composition chimique, sont très fusibles et douées d'une grande densité. Leur couleur noire est également une conséquence de leur teneur élevée en oxydes de fer.

Les roches de l'Etna ont été souvent analysées, et la conclusion à laquelle on est conduit par ces recherches, c'est que tous les matériaux qui composent la montagne sont, au point de vue chimique, assez peu différents les uns des autres. Ils sont tous basiques; leur teneur moyenne en silice est d'environ 50 %; ils sont riches en oxydes de fer et en chaux,

est la plus variable sont l'alumine et la magnésie, ce qui correspond à des variations importantes dans la composition minéralogique, comme nous allons l'indiquer ci-après. Mentionnons encore la présence constante de petites quantités d'acide phosphorique, du chlore et plus rarement celle de l'acide sulfurique, combinés au calcium ou au sodium, et jouant un rôle considérable dans la décomposition des roches et la formation du sol arable qui en dérive.

Ces données chimiques sont à peu près tout ce que savaient les minéralogistes sur la constitution des laves de l'Etna au commencement du XIX^e siècle. De quelques échantillons exceptionnels, Cordier avait pu extraire de minces esquilles de feldspath, dont il avait reconnu la basicité, et Gustave Rose avait confirmé cette détermination en constatant

sur ces menus débris l'existence des stries caractéristiques des feldspaths tricliniques; mais, en somme, les roches noires et denses comme celles de l'Etna n'étaient, en réalité, connues, ni au point de vue de la composition minéralogique, ni au point de vue de la structure.

La taille des roches en lames minces, inaugurée par Sorby, et l'examen, au microscope en lumière polarisée, des lamelles ainsi obtenues, fines et délicates comme des pelures d'ognon et transparentes comme elles, ont mis en pleine lumière ce qui, jusque-là, était resté dans une obscurité profonde. Le nouveau moyen d'investigation a transformé la Minéralogie. Les cailloux les plus foncés, les plus

a donné naissance. A l'Etna, on y voit des feldspaths basiques abondants, du pyroxène, de l'olivine, de la magnétite, de l'ilménite, de l'apatite clairsemée contenant l'acide phosphorique décelé par l'analyse. On se rend compte de toutes les particularités qui ont signalé leur genèse. Quand la matière fondue jaillit des profondeurs du sol, elle ne renferme, en général, que peu d'éléments cristallisés, car plusieurs des éléments minéralogiques qui lui appartiendront après consolidation ne pourraient résister à la haute température qu'elle possède; mais, à mesure qu'une coulée progresse, il s'en développe de nouveaux plus petits et ordinairement plus allongés que les premiers. Les pétro-



Fig. 14. — Même torrent de lave que dans la figure 13, après fusion de la neige qui l'avait envahi.

opaques ont révélé tous les détails de leur structure. On se les représentait généralement comme des agrégats informes, dont l'œil humain ne pourrait jamais discerner la constitution, aussi confuse que mystérieuse. Au lieu de cela, les cristaux qui les composent ont montré leurs propriétés les plus intimes et leur agencement. La lumière polarisée aidant, ils se sont parés des couleurs du spectre les plus éclatantes et se sont soumis aux investigations les plus minutieuses des recherches optiques.

Aujourd'hui, ces découvertes sont entrées dans le domaine de l'enseignement classique. Jetons un coup d'œil rapide sur ce qu'elles nous ont appris relativement à la composition minéralogique des laves des volcans. Et d'abord, elles y ont montré des cristaux divers, dont la composition est en rapport direct avec celle du magma igné qui leur

graphes distinguent donc deux catégories de cristaux : ceux qui ont pris naissance dans le magma fondu des profondeurs ou dans le trajet ascensionnel de la matière ignée et ceux qui se sont produits durant l'épanchement. Ces derniers, connus sous le nom de microlites, s'alignent dans la direction du courant incandescent, autour des cristaux de formation antérieure; ils en suivent tous les mouvements, se disposent en trainées fluidales qui indiquent le sens et les particularités de l'entraînement qu'ils ont subi. Les études faites dans le laboratoire contrôlent avec une fidélité rare les données acquises par l'observation directe sur le terrain.

Le microscope permet aussi d'apercevoir et d'apprécier exactement les légers changements que subit la composition minéralogique en concordance avec les variations de la composition chi-

mique. Dans les épanchements les plus basiques, la proportion d'olivine est augmentée, les oxydes de fer sont en cristaux nombreux, les feldspaths s'éloignent du type labrador pour se rapprocher du type anorthite. Inversement, dans les épanchements les plus acides, l'olivine disparaît, la magnétite est moins abondante et les feldspaths se rapprochent du type andésine.

Les cristaux sont cimentés par de la matière vitreuse qui représente le résidu de la cristallisation; c'est une sorte d'eau mère de nature ignée, qui correspond à l'eau mère des cristallisations opérées au sein des dissolutions aqueuses. Cette partie vitreuse des roches s'y montre en proportions très variables suivant les conditions dans lesquelles s'est effectuée la cristallisation. Très abondante quand le refroidissement a été rapide, comme dans les cas des produits de projection, elle peut faire complètement défaut si la consolidation s'est opérée avec une grande lenteur. Dans ce dernier cas, il arrive aussi que les cristaux développés lentement et dans un milieu tranquille sont remarquables par leurs plus grandes dimensions et par leurs enchevêtrements. Il en résulte des laves exceptionnelles, dont la cristallinité apparaît même à l'œil nu.

L'aspect extérieur des laves (fig. 13 et 14) dépend encore de la proportion relative des cristaux engendrés dans la profondeur et des microlites nés dans le courant du feu pendant l'écoulement à la surface du sol, rapports qui peuvent être modifiés ou même intervertis suivant les conditions orographiques et météorologiques de l'éruption, suivant la composition chimique des laves déversées et leur température initiale.

Notons, en passant, que la matière ignée des coulées en mouvement est une sorte de boue épaisse chargée le plus souvent d'une quantité innombrable de menus cristaux, ce qui doit contribuer singulièrement à en augmenter la viscosité.

Signalons encore ce fait que les cristaux qui se forment les premiers sont, en règle générale, ceux qui sont le plus basiques, d'où il suit qu'au fur et à mesure de leur production, la matière vitreuse qui représente le reste de leur cristallisation devient de plus en plus acide et par conséquent moins dense et moins fusible; elle constitue donc ainsi peu à peu un moyen de charriage moins parfait.

Au premier abord, l'étude des substances volatiles rejetées par les volcans semble presque impraticable. Au moment des explosions qu'elles déterminent, l'approche des bouches d'émission (fig. 15) est rendue impossible par la grêle des projectiles qui en émanent. Mais la Nature fournit d'elle-même un moyen de tourner la difficulté. En arrivant au

contact de l'atmosphère, la matière fondue ne perd pas entièrement les éléments volatils qu'elle recelait; par suite de sa viscosité très grande, elle peut en retenir une partie et la transporter avec elle. Il est vrai que l'écorce superficielle des coulées laisse échapper lentement et presque régulièrement les gaz et les vapeurs dont elle est chargée; c'est même par suite de ce fait qu'elle se montre généralement criblée de bulles allongées dans le sens de l'écoulement et qu'elle se hérissé d'aspérités scoriacées. Mais la partie profonde de ces mêmes coulées retient avec énergie les éléments volatils qu'elle emprisonne. Ce n'est qu'en certains points particuliers, où ces matières se trouvent accumulées accidentellement en plus grande quantité, qu'elles peuvent se dégager en abondance par l'intermédiaire d'étroites crevasses. On a donné le nom de *fumerolles* à ces émissions locales de vapeurs et de gaz dont les produits peuvent être aisément recueillis et soumis aux investigations chimiques ordinaires. Parmi les éléments de ces émanations, les uns se retrouvent presque tous dans toutes les éruptions, les autres sont plus particulièrement l'apanage de tel ou tel volcan.

Occupons-nous d'abord des premiers. Ils varient sur une même coulée avec la température de la lave qui les émet. C'est à Ch. Sainte-Claire Deville que l'on doit d'avoir reconnu la loi de leur succession. Une première catégorie de fumerolles est caractérisée par la présence abondante de sels alcalins: chlorures, sulfates, carbonates, etc., parmi lesquels domine le chlorure de sodium. Elles possèdent toujours une très haute température; c'est au milieu des laves encore au rouge vif qu'on les observe. Les sels alcalins y forment seuls des dépôts cristallisés; tous les autres éléments concomitants y sont volatilisés et rapidement expulsés au loin par l'action de la chaleur.

La seconde catégorie de fumerolles se reconnaît à l'ampleur des dégagements suffocants d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux associés à des torrents de vapeur d'eau. La température y est comprise entre 150° et 600°. Les dépôts qui s'y forment sont principalement constitués par des oxydes de fer brillamment colorés, provenant de la décomposition des chlorures de fer par la vapeur d'eau.

La troisième catégorie correspond à des températures peu différentes de 100°. Malgré la présence de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique, ses vapeurs sont généralement alcalines et ses dépôts sont formés de sels ammoniacaux: carbonate, chlorure et sulfate. Le soufre s'y montre en globules concrétionnés provenant de la décomposition à l'air de l'hydrogène sulfuré.

Enfin, à une température inférieure à 100°, on

ne rencontre plus, sur les coulées du volcan, que de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique, à moins que, s'éloignant à quelques kilomètres de sa base, on n'aille récolter les gaz des volcans boueux qui sont, pour ainsi dire, ses satellites. Alors, on y trouve en abondance de l'hydrogène et du gaz des marais. Le long des coulées provenant des bouches subaériennes de l'Etna, ces derniers gaz ont disparu, brûlés au contact de l'air entre les roches incandescentes. Il faut des conditions toutes particulières pour qu'on puisse les recueillir, les analyser, ou au moins les voir brûler en produisant de véritables flammes. C'est notamment ce qui est arrivé, en 1866, à Santorin. L'éruption était en partie sous-marine; les gaz se dégageaient bulle à bulle

met, de magnifiques spécimens de sels de potasse cristallisés et de chlorure de plomb (cotunnite) que l'on ne rencontre guère ailleurs. A l'Etna, ce sont les sels de cuivre qui sont fréquents. Lors de l'éruption de 1878, on voyait d'abord, dans les fumerolles à haute température, de jolies lamelles brunes de sous-oxyde de cuivre (cuprite) tapissant les laves des coulées, et quand on revenait quelques jours après aux mêmes lieux, ces dépôts cuivreux, hydratés et transformés par l'action de la vapeur d'eau et de l'acide chlorhydrique du voisinage, étaient si abondants qu'ils semblaient recouvrir les roches d'un tapis verdoyant¹. Dans le cratère de Vulcano, l'une des îles Éoliennes, l'acide borique afflue en telle quantité dans le cratère du



Fig. 15. — Intérieur du Cratère de l'Etna.

de la mer; ils s'allumaient au contact des roches incandescentes, s'éteignaient ou se rallumaient suivant les caprices du vent. On pouvait les recueillir et les conserver dans des tubes qu'on fermait à la lampe. Sur les roches brûlantes d'un îlot naissant, leurs flammes ressemblaient à celles d'un bûcher.

En réalité, tous ces éléments volatils existent ensemble dans les fumerolles à très haute température, et peuvent y être constatés, à moins qu'ils n'y soient dissociés ou brûlés. Et dans les fumerolles moins chaudes, ils disparaissent successivement à mesure que la température devient insuffisante pour amener leur volatilisation ou pour produire les réactions qui président à leur genèse.

Nous avons dit que chaque volcan possédait aussi des éléments volatils qui lui étaient propres. Ainsi, le Vésuve offre parfois, dans les fentes incandescentes de ses coulées et de son cratère du som-

volcan, qu'il y a fait l'objet d'une exploitation industrielle.

Ces exemples suffisent pour appuyer la distinction que nous avons faite parmi les différentes sortes de fumerolles et pour justifier les conséquences que nous en tirerons ci-après.

IV

Une histoire quelque peu détaillée des éruptions de l'Etna depuis le commencement de la période historique viendrait ici à point nommé dans notre description; mais elle nous entraînerait trop loin, c'est pourquoi nous préférons renvoyer, sur ce point, nos lecteurs à l'ouvrage de Lasaulx, continuateur de l'œuvre de Waltershausen, aux mémoires de Gemellaro et de Silvestri.

¹ Au Vésuve, on recueille aussi quelquefois, mais beaucoup plus rarement, de l'oxyde de cuivre cristallisé; toutefois, ce n'est pas de la cuprite Cu_2O , mais de la tenorite CuO .

Cependant, je crois devoir ajouter quelques lignes sur la constitution économique des campagnes de l'Etna et sur les conséquences ordinaires des éruptions qui, de temps en temps, y portent le trouble.

On sait que, au point de vue du climat et du genre de végétation qui en est la résultante immédiate, l'Etna a été depuis longtemps divisé en trois régions d'altitudes différentes : une région basse, très habitée, très cultivée, où prospèrent toutes les plantes du pourtour de la Méditerranée ; une zone boisée, dont l'altitude varie de 1.000 à 2 000 mètres,

peu plus élevé, mais ils y deviennent promptement clairsemés. Le pin (*Pinus nigricans*) persiste à une altitude plus grande et y forme des bois pittoresques au milieu des cônes et jusque dans la cavité des cratères parasites. Sous ces ombrages s'étalent de vastes espaces sauvages où croît la fougère (*Pteris aquilina*) et où fleurit encore le genêt de l'Etna, au feuillage étroit et arrondi.

La région désertique, enveloppée d'un linceul de neige pendant une grande partie de l'année, sèche et nue durant les mois de l'été (fig. 18), ne présente qu'une végétation des plus rudimentaires. La seule



Fig. 16. — Village dans la région des Châtaigniers (zone moyenne de l'Etna).

et une zone centrale, inculte et déserte, qui comprend la cime de la montagne et ses parties les plus abruptes (fig. 18). La vigne est cultivée jusqu'à une altitude de 1.200 mètres. Dans les parties hautes de la zone qu'elle occupe, les pentes deviennent déjà très considérables ; aussi la culture y est-elle distribuée en gradins, qui, durant l'hiver, disparaissent sous un manteau de neige uniforme.

La région boisée est très favorable au développement des arbres de l'Europe centrale ; ils s'y maintiennent et s'y propagent malgré les ravages de l'homme et des animaux domestiques. Le châtaignier (fig. 16 et 17) est commun dans la partie la moins haute de la zone ; il y pousse vigoureusement et présente encore quelques beaux spécimens de la végétation forestière que l'on y admirait autrefois. Le chêne et le hêtre se rencontrent à un niveau un

plante qui, grâce à ses feuilles épineuses, s'y défend en touffes serrées contre la dent des moutons et y protège quelques plantes herbacées chétives, est l'astragale à fleurs roses (*Astragalus siculus*). C'est également cette plante qui figure en première ligne dans les maigres pâturages du Val del Bove.

La région désertique contribue pourtant pour une large part à la fertilité des deux autres régions de l'Etna. C'est elle qui reçoit les eaux de pluies en plus grande abondance, qui conserve le dépôt des neiges de l'hiver, les filtre peu à peu durant l'été, les charge de matières solubles et les amène doucement vers la région basse pour y abreuver les racines des plantes, maintenir l'humidité du sol et alimenter les sources nécessaires aux villes et aux villages, si nombreux sur tout le pourtour de la montagne. Dans les jours chauds de l'année, l'eau

de ce réservoir immense arrive, au bas des pentes, jusqu'au seuil des habitations, exempte de microbes malfaisants et douée d'une délicieuse fraîcheur.

Les effets fâcheux des éruptions sont peu sensibles dans cette zone élevée. Ils se bornent, en général, à l'action de pluies désagréables de cendres et de lapillis imprégnés de vapeurs acides, qui retombent à courte distance du cône terminal et n'exhaussent le terrain, après leur chute, que de quantités minimales. Rarement des bouches nouvelles s'ouvrent sur le Piano del Lago et émettent des coulées de laves qui se déversent sur les pentes. Cependant, un spectacle curieux est celui dont on est témoin dans ce cas particulier, lorsque, comme

en 1869, la lave se précipite dans le Val del Bove, du haut des escarpements, en cascades brûlantes ou en longs rubans de feu. Elles s'y superpose aux champs de scories sortis directement du fond de la cavité ou des bords de son enceinte. C'est ainsi que l'on y constate l'amoncellement successif des laves de 1792, 1802, 1811,

1819, 1836, 1852, 1869. Encore quelques milliers d'éruptions de ce genre, et le Val del Bove sera comblé; la grande découpe de la montagne aura disparu, et l'Etna, réédifié dans son intégralité, possédera de nouveau la configuration de sa période volcanique primitive.

Contrairement à ce qui vient d'être dit, les éruptions qui, comme celle de 1865, surviennent dans la région boisée, peuvent causer de grands dommages. Le terrain sur lequel s'élèvent les forêts de pins, les bois de chêne et de châtaigniers, se trouve déchiré et bouleversé par l'ouverture des fissures du sol; des arbres séculaires sont écrasés, anéantis par les projections; les plus épargnés sont ébranlés, réduits à l'état de poteaux et à demi enfouis au milieu de blocs de toutes dimensions, blanchis d'efflorescences salines. Ceux que rencontre le flot incandescent d'une coulée flambent immédiatement à leur cime comme des faisceaux de paille

desséchée; bientôt ils sont, en même temps, brûlés et tranchés à leur base, à moins que la lave, en se solidifiant à leur contact, ne leur forme un enduit protecteur. Cette sorte de cuirasse est écartée de quelques centimètres du tronc de l'arbre cerné, grâce au développement des vapeurs provenant de la combustion de son écorce (fig. 13 et 14).

Si la coulée poursuit sa marche descendante, les pertes s'accroissent, les champs et les vergers sont envahis, les fermes détruites, les villages atteints.

Mais les éruptions les plus désastreuses sont celles qui se produisent dans la région basse de l'Etna, surtout à la limite supérieure de la zone cultivée. Elles y ravagent les vignes et les jardins,

renversent et brûlent les habitations. En 1669, les laves ont franchi les murs de Catane et pénétré dans la ville, portant avec elles l'incendie et la ruine. En quelques jours, elles transforment une riche campagne en un désert, qui désormais semble voué à une stérilité irrémédiable. Cependant, presque toujours la Nature ne tarde



Fig. 17. — Région des Châtaigniers.

guère à reprendre ses droits; peu à peu, la végétation reparait; les cendres et les scories désagrégées et décomposées se couvrent de verdure et de fleurs: l'élément destructeur est devenu un agent puissant de fertilité. Le genêt, spontanément semé par les vents, brille au milieu de cette renaissance végétale; il dresse ses rameaux touffus et s'étale en bouquets d'or, tandis que ses racines, armées de leurs rentlements microbifères, cheminent silencieusement entre les blocs et les débris pierreux, et, tout en effectuant leur mystérieux travail chimique, vont chercher au loin les éléments inorganiques qu'exige la nutrition de la plante.

Les matériaux volcaniques contribuent inégalement à rendre au sol les substances nécessaires à sa fertilité. Les cendres sont, avant tout, l'agent de cette restitution. La surface étendue de leurs grains, comparée à leur petit volume, augmente la facilité de l'attaque par l'eau; mais leur altérabi-

lité tient surtout à leur composition chimique basique et à leur structure vitreuse habituelle. A composition chimique égale, les corps vitreux sont non seulement moins denses et plus fusibles que les minéraux cristallisés correspondants, mais ils sont surtout plus attaquables par l'eau, par les réactifs chimiques de toute sorte, ainsi que par les agents biologiques naturels. Plus leur vitrosité est marquée, plus ils sont aisément altérés.

La même observation s'applique aux parties scoriacées qui forment le revêtement des coulées, quand on les compare à la portion plus cristalline et plus compacte qui en occupe le centre. De là résulte, dans les terrains d'origine volcanique basique, des alternances de lits rougeâtres désagrégés et à demi décomposés, avec des bancs compacts qui semblent avoir conservé leur fraîcheur et leur composition primitive. Pourtant, en réalité, il ne s'agit là que d'une question de mesure, car, dans

des variations brusques de pression qui ont lieu sur le territoire de l'un d'eux?

On sait que les auteurs des traités classiques de Géologie, se basant sur un certain nombre de faits d'observation englobés dans des considérations hypothétiques plus ou moins probables, ont conclu que la Terre était composée d'une masse centrale volumineuse rigide, d'une zone de silicates fondus et de l'écorce solide que nous foulons sous nos pieds.

Comme conséquence de ces idées, ce serait la zone de matière en fusion qui servirait de moyen de connexion entre les volcans; elle serait la voie principale de transmission des mouvements et constituerait le réservoir commun au sein duquel

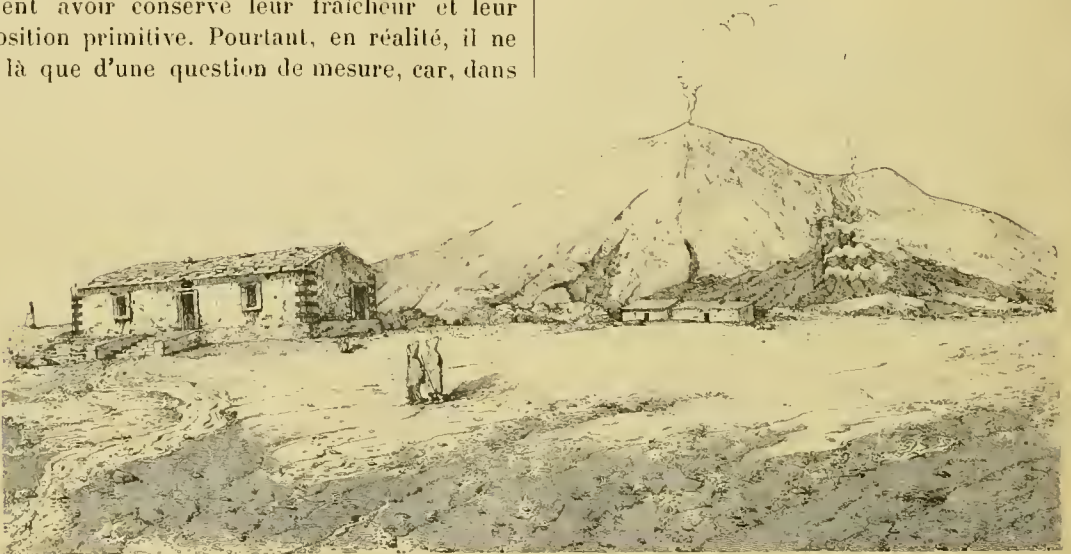


Fig. 18. — *La Casa Inglese et la cime de l'Etna.*

un avenir plus ou moins éloigné, ce sol rocheux tout entier sera transformé en terre végétale et les minces racines du genêt ou de la vigne triompheront ainsi de la résistance qu'oppose la compacité extrême des bancs formés par des silicates fondus à haute température et consolidés lentement en associations cristallines.

V

Pour clore cette revue rapide de l'histoire géogénique de l'Etna, il nous reste à dire quelques mots des relations qui peuvent rattacher ce volcan aux centres éruptifs similaires des régions avoisinantes. L'Etna est-il relié souterrainement aux îles Éoliennes, au Vésuve, à Pantellaria? Le magma fondu qui a engendré leurs laves est-il le même? Ces districts sujets aux commotions du sol et aux explosions des cratères subissent-ils le contre-coup

tous les foyers éruptifs puiseraient les matériaux de leurs déjections.

La question de la transmission des ébranlements est l'une des questions les plus difficiles et les plus controversées de la Physique terrestre. Nous en laissons la solution future aux observatoires où l'on s'occupe spécialement de cet intéressant problème.

Mais nous pouvons, dès maintenant, hasarder quelques déductions à tirer de la composition des laves. S'il existe véritablement un réservoir commun de matières en fusion sous-jacent à l'écorce terrestre, on peut affirmer l'hétérogénéité actuelle du liquide igné qu'il renferme. Ses déjections sont dissemblables; elles diffèrent d'un point à un autre et changent même dans un district donné suivant l'époque d'évolution des éruptions. La composition chimique des laves du Vésuve, pas plus que leur composition minéralogique et leur

structure, ne ressemble à celle des laves de l'Etna. Au Vésuve, les laves sont riches en potasse; le minéral caractéristique de leur consolidation cristalline est la leucite; à l'Etna, les alcalis sont en petite proportion, la chaux est abondante, le feldspath labrador est l'élément blanc dominant.

L'Etna n'a émis que des laves basiques, mais les volcans d'Auvergne, distribués sur des territoires régionaux qui ne sont pas beaucoup plus étendus, ont rejeté des laves très acides et des laves très basiques; la domite du Puy de Dôme ne ressemble ni aux andésites et trachytes du Mont Dore, ni aux phonolites de la même région, ni aux basaltes qui les environnent. Le basalte du Plomb du Cantal a succédé presque sur le même emplacement à des andésites et à des phonolites.

Comment expliquer de tels faits? Il me semble que l'hypothèse la plus simple consiste à considérer l'hétérogénéité du magma supposé général comme primordiale et absolue, comme une conséquence forcée de l'hétérogénéité des matières cosmiques qui, suivant la théorie de Laplace, ont contribué par leurs précipitations successives et leur concentration à constituer le globe terrestre.

Telle n'est pas cependant l'opinion qui prédomine à notre époque parmi les géologues. D'après beaucoup d'entre eux, le magma profond aurait été primitivement homogène; son hétérogénéité actuelle serait le résultat d'un travail moléculaire s'opérant incessamment dans sa masse depuis un temps immémorial et aboutissant à sa division graduelle en magmas secondaires de compositions différentes, puis à celle des magmas secondaires en magmas tertiaires et ainsi de suite. Le processus ainsi décrit a reçu le nom de *différentiation*.

Au moment où un magma fondu, représentant une dissolution ignée sursaturée, commence à se cristalliser, et à se liquater, de même que, lorsque des cristaux se séparent d'une dissolution aqueuse sursaturée, ce sont des différenciations qui s'opèrent. Quand deux liquides, très solubles l'un dans l'autre à haute température, se séparent par sursaturation déterminée sous l'influence d'un refroidissement convenable, c'est encore une différenciation qui a lieu.

On peut cependant opposer de graves objections à l'application de ces données au liquide résultant de la fusion des silicates.

Et d'abord, la différenciation d'un tel magma a été interprétée diversement au point de vue des conditions de sa production. Pour un certain nombre de pétrographes, elle est le résultat de la cristallisation et en suit les phases. C'est une pure liquation à la façon de celle des alliages fondus. Les cristaux formés se séparent surtout en raison de leurs différences de densités. Pour d'autres, elle

s'effectue avant toute solidification; ce ne sont pas encore des cristaux microscopiques, des cristallites qui se séparent du magma originel, ce sont des composés définis, doués aussi d'un arrangement stéréochimique, mais dépourvus de structure moléculaire régulière, dénués de réseau cristallographique. Dans ce cas, la différenciation a pour effet d'amener la formation de couches liquides distinctes, de compositions et de densités différentes.

La théorie de la différenciation, malgré de nombreux faits d'observation qui lui sont favorables, appliquée aux magmas laviques, est insuffisante. Elle ne peut expliquer les récurrences dans un même district d'éruptions laviques appartenant au même type, ni leurs enchevêtrements avec des produits pétrographiques variés, dont la succession se fait sans aucun ordre constant. Enfin, ce qu'on doit surtout lui reprocher, ce sont les transferts à grande distance qu'elle suppose, pour des éléments chimiques que toutes leurs propriétés rapprochent au plus haut degré. D'après les lois connues de la diffusion, des transferts de cet ordre exigeraient d'ailleurs une durée qui dépasse tout ce que peut concevoir l'imagination la plus audacieuse.

Quelle raison plausible donner pour expliquer l'accumulation de la potasse au Vésuve, de la chaux à l'Etna, de la soude dans le bassin norvégien de Christiania? Et parmi les produits volatils, pourquoi l'abondance du chlorure de plomb (cotunnite) au Vésuve, de l'acide borique à Vulcano, de la cuprite à l'Etna?

Du reste, la localisation des gîtes salins et métallifères, celle des minéraux rares, celle des sources minérales riches en matières solubles diverses, ne sont pas davantage explicables par la différenciation d'un magma profond homogène; il faudrait toujours en venir à l'hypothèse de translations de certains éléments à de grandes distances de leur gisement primitif et à la constatation de concentrations et de dépôts locaux inexplicables.

Au contraire, tout s'interprète aisément, si l'on admet une hétérogénéité primordiale dont les manifestations se poursuivent depuis l'origine des temps géologiques, et dont on peut maintenant apprécier toute la diversité¹.

F.-A. Fouqué,

Président de l'Académie des Sciences,
Professeur au Collège de France.

1. Les figures 3, 13, 14, 16 et 17 sont la reproduction de photographies exécutées par M. Berthier, au cours du Voyage d'étude de M. le Professeur Fouqué à l'Etna.

Nous devons à l'obligeance de M. W. Engelmann, éditeur à Leipzig, l'autorisation de reproduire les figures 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11 et 18, tirées du livre célèbre du Dr Sartorius von Waltershausen sur l'Etna.

Les figures 3, 8, 12 et 15 sont la reproduction de photographies qui nous ont été communiquées par M. Ed. Alinari, photographe à Palerme.

N. B. L. D.

LA LAITERIE FRANÇAISE ET SES RÉCENTS PROGRÈS

Les industries agricoles, jadis si modestes, si peu connues, se transforment avec une surprenante rapidité, bénéficiant de tous les progrès récents de la Mécanique ou de la Chimie et des découvertes, si multipliées et si fécondes, de la science des fermentations. Entre autres, les industries du lait, qui ne datent que d'une vingtaine d'années au plus, ont transformé certaines régions auxquelles elles sont venues apporter l'activité et la fortune: le Danemark, une partie de la Hollande, de la Suède, de la Norvège, la Finlande doivent à l'exploitation industrielle du lait le plus clair de leurs revenus, et, dans notre beau pays de France, au climat doux et tempéré, cette industrie trouve tous les jours une faveur de plus en plus grande.

La production annuelle du lait en France dépasse 82 millions d'hectolitres; c'est environ 1 milliard 200 millions que l'exploitation de ce produit représente dans notre pays.

Elle est devenue une de nos principales industries agricoles parce qu'elle est à la portée des petites bourses, et c'est aussi parce qu'elle nécessite peu de capitaux qu'elle a éveillé dans nos campagnes l'esprit d'association et de coopération collective.

Les premières laiteries coopératives ont débuté timidement par de petites associations fromagères dans le Sud-Est; puis, le succès aidant, l'idée, si naturelle et si féconde, de la coopération a fait du chemin: elle s'est développée dans le Jura, le Doubs, les Alpes, la Savoie, puis a fait son apparition dans la Vendée et les Charentes où la culture pastorale a succédé à la vigne ruinée par le phylloxera. Dans ces contrées, où l'on attendait impatiemment l'exploitation qui devait faire revivre les fermes délaissées, le succès a été énorme et, depuis 1892 ou 1893, le nombre des laiteries coopératives s'est accru à tel point qu'aujourd'hui le syndicat de ces laiteries compte plus de 50.000 membres et que le chiffre d'affaires de ces établissements syndiqués dépasse probablement 20 millions par an¹.

Le mouvement s'étendra encore. Peut-être, pour notre bien national, parviendra-t-il à atteindre la Bretagne et la Normandie, quoique, dans cette dernière province, les idées soient bien peu tournées du côté de la coopération; mais la perspective d'un progrès certain, d'un gain palpable (argument des plus convaincants) décidera sans doute

nos cultivateurs de la Normandie à renoncer à un isolement dont ils sont les premiers à souffrir.

Il y a donc beaucoup à faire et beaucoup à espérer dans cette industrie; les laiteries peuvent devenir plus nombreuses et plus puissantes sans que la concurrence soit à redouter comme cause d'avilissement des prix.

Cet avenir si plein de promesses a excité, dans nos populations rurales aussi bien que chez nos constructeurs et nos mécaniciens, une émulation salubre qui s'est traduite, à notre grande Exposition, par l'apparition de plusieurs appareils ou procédés nouveaux dus à des Français. En plus des inventions et des découvertes dont nous allons parler, l'activité industrielle française s'est révélée par des perfectionnements notables dans la construction du matériel de laiterie dont la valeur, la précision, le fini ne laissent rien à désirer.

À part quelques machines (certaines écrémuses, qui sont construites par de puissantes maisons du Danemark ou de la Suède, outillées spécialement en vue de cette fabrication), on peut dire que nos constructeurs sont aujourd'hui en mesure de fournir tous les appareils nécessaires à l'agencement d'une industrie laitière quelconque, et, en effet, nous avons trouvé dans notre Exposition nationale à peu près tous les appareils et tous les procédés soit nouveaux et à l'essai, soit anciens et sanctionnés par la pratique.

I. — LE LAIT EN NATURE.

La consommation du lait en nature s'accroît tous les jours; le lait est l'aliment par excellence des enfants et des débiles et la qualité de cet aliment va toujours en s'améliorant sous l'influence de cette vogue et de la multitude des demandes. On a sélectionné les animaux producteurs, on tient les étables avec plus de soins de propreté; mais on a perfectionné surtout les procédés de conservation et de stérilisation.

Le lait est, de par sa nature, essentiellement instable: c'est un milieu d'élection pour le développement de tous les organismes et, lorsque sa structure, si complexe et si délicate, est attaquée en quelques points, des modifications profondes ne tardent pas à apparaître: le lait se décompose, devient mauvais de goût et dangereux pour la santé, tous inconvénients qui ont fait songer à la recherche de procédés de préservation contre toute

¹ Voir ROSEY : *Les Laiteries coopératives des Deux-Sèvres*.

ingérence de microbes ou décomposition de nature quelconque.

Toute infection par les microorganismes mise à part, le lait subit, lorsqu'il est abandonné au repos, une première modification physique; la crème monte à la surface et le liquide a perdu dès lors son homogénéité primitive. On ne la lui restitue pas complètement par l'agitation avec chauffage modéré; la crème, surtout lorsqu'elle est séparée depuis longtemps, ne se remélangé plus uniformément au lait, et l'aspect de ce nouveau liquide hétérogène a quelque chose de choquant et de désagréable à la vue.

On s'est préoccupé d'empêcher cette séparation de la crème et on y est parvenu en pulvérisant mécaniquement ou en fragmentant les globules du lait, qui sont cependant déjà très petits.

La théorie indique et la pratique confirme le fait d'une séparation plus prompte ou, si l'on veut, d'un écrémage plus rapide, des globules gros que des globules petits. Plus les globules sont petits, plus la séparation demande de temps et on peut prévoir l'existence de globules si petits de diamètre que la séparation ne se ferait pratiquement plus.

La fragmentation s'obtient en faisant passer du lait chauffé entre 30° et 40° par un orifice extrêmement petit et sous pression de plusieurs centaines d'atmosphères.

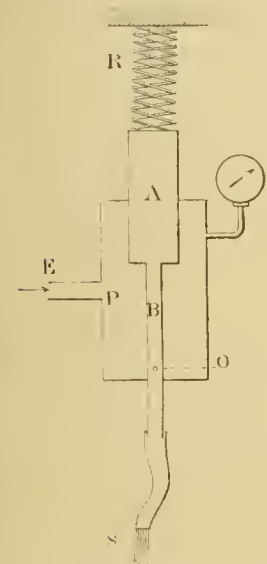


Fig. 1. — Appareil Julien pour la fragmentation des globules du lait. — P, pot de presse hydraulique; A, grand piston pressant le ressort R; B, petit piston creux; O, ouverture; E, arrivée du lait; S, sortie du lait.

Une première solution de ce problème a été proposée par M. Julien (à Paris). Le procédé est encore mis en pratique à l'heure actuelle avec succès complet.

L'appareil Julien (fig. 1) se compose d'un pot de presse hydraulique P dans lequel se trouve un piston constitué par deux cylindres A et B de même axe, c'est-à-dire dans le prolongement l'un de l'autre; ces deux cylindres sont de diamètres différents et chacun d'eux aboutit au dehors par un joint étanche de presse. Si l'on détermine dans le pot une surpression par une injection de liquide, le grand piston tend à ressortir et le petit à rentrer par conséquent. Mais le grand piston comprime,

dans son mouvement au dehors, un robuste ressort à boudin R réglable à volonté, de sorte que l'on peut faire monter la pression à un degré voulu, mettons par exemple 250 ou 300 atmosphères.

Mais, quand le gros piston sort au dehors, le petit pénètre à l'intérieur du pot: le petit piston est constitué par un tube ouvert à son extrémité et présentant en un de ses points une ouverture extrêmement petite O, un trou d'épingle.

Quand ce trou arrive à l'intérieur du pot, le liquide comprimé trouve une issue et s'échappe par la petite ouverture sous une pression énorme.

Tout ce qui pénètre dans le pot par le tube d'amenée E sort par la petite ouverture. Si l'on injecte deux liquides non miscibles, on émulsionne l'un d'eux dans l'autre. Si l'on injecte une émulsion déjà préparée, les globules se fragmentent sous l'énorme pression, et du lait, traité par cet appareil, sort avec des globules tellement divisés, d'un diamètre si petit, que l'écémage spontané ne se fait plus; le lait reste indéfiniment homogène.

L'idée du procédé est fort ingénieuse: MM. Gaulin et C^e ont imaginé, et avaient exposé au Champ-de-Mars, un appareil simple et dérivant d'un principe analogue.

Les liquides à traiter sont injectés dans un espace clos dont ils ne peuvent sortir que par une ou plusieurs ouvertures très étroites. En cas d'alimentation surabondante, il se produit une pression qui s'élève, et qui deviendrait dangereuse si l'on ne livrait pas issue au liquide, qui arrive en excès sur le débit, par une soupape de sûreté qui ne s'ouvre que sous une pression minimum de tant d'atmosphères, mettons 250 ou 300; le liquide s'écoule donc par les petites ouvertures sous une pression de 250 à 300 atmosphères.

L'espace clos dans lequel arrive le liquide injecté, dont une paroi est percée de petites ouvertures et où on a logé la soupape régulatrice de pression, est enfermé dans une enveloppe portant un tube de dégagement.

On règle le débit et la pression pour que ce tube de sortie fournisse toujours un peu de liquide.

L'appareil de Gaulin et C^e remplit fort bien le but poursuivi et le lait traité se conserve homogène sans trace de séparation de crème à la surface.

II. — STÉRILISATION.

La stérilisation du lait est plus que jamais à l'ordre du jour et le temps n'est pas loin, sans doute, où, dans les grandes villes tout au moins, elle sera rendue obligatoire.

Deux circonstances retardent cependant cette mesure d'hygiène et, pour ainsi dire, d'humanité, aussi bien que d'intérêt général:

1° Le lait stérilisé par le chauffage, seule stérilisation qui soit efficace, est généralement moins agréable au goût que le lait naturel; il présente souvent un léger goût de cuit ou de brûlé et, quoique inférieur en qualité, il coûte cependant plus cher que le lait naturel frais.

2° Le public n'a aucun moyen de s'assurer si le lait qu'on lui présente est stérilisé ou non, l'analyse bactériologique d'un lait étant longue et délicate; cette particularité n'est pas ignorée de certains négociants peu scrupuleux, et il arrive parfois que l'on met en vente des laits très imparfaitement stérilisés, sachant que leur consommation est en général assez prompte et que, d'autre part, des plaintes ne sont guère à redouter de la part des acheteurs, car la marchandise est périssable et d'une bien faible valeur.

Il y avait donc encore beaucoup à faire et beaucoup à trouver dans cette question de la stérilisation.

Il fallait trouver le moyen de stériliser complètement le lait sans lui donner le goût de cuit, sans altérer ni l'arôme, ni la couleur, et ensuite présenter au public ce lait dans des vases clos et cachetés, offrant toutes garanties de conservation et rendant toutes fraudes impossibles.

Le problème n'est pas commode: Si l'on chauffe le lait dans les environs de 100°, mais sans les précautions spéciales que nous allons énumérer, la stérilisation est incomplète; quelquefois, la chaleur a détruit certains germes pathogènes et l'on s'applaudit du résultat, mais la plupart du temps la disparition totale des germes dangereux est incertaine. Puis, à supposer qu'elle soit consommée, l'expérience a prouvé qu'il pouvait survivre encore des germes n'attaquant pas le lait d'une manière visible, n'amenant pas la tourne et passant par là même inaperçus. Certains de ces germes, qui résistent à des températures de 108° et de 110°, sont-ils inoffensifs? C'est peu probable, car les êtres vivants, quels qu'ils soient, sécrètent des toxines et, en tout cas, dénaturent quelque peu le lait.

D'où cette conclusion: c'est que, pour arriver à la stérilisation absolue, certaine, il faut chauffer le lait à une température de 108° à 110° au minimum, et pendant un temps assez prolongé. Ou bien, si l'on redoute ces hautes températures, il devient nécessaire de prolonger longtemps l'action de la chaleur ou de l'appliquer à plusieurs reprises.

Or, tout le monde sait que, si l'on chauffe du lait jusqu'à l'ébullition, le lait brunit; il brunit donc aux environs de 100°, en perdant, avec sa belle couleur appétissante, son délicieux parfum naturel.

Dans les appareils du commerce, on retrouve, dans les produits du traitement à chaud, un écho de tous les écueils et des difficultés dont nous

venons de parler: nous n'avons pas à insister sur les petits appareils domestiques employés dans les ménages pour stériliser le lait à donner aux enfants; la plupart des procédés ou des dispositions ne présentent rien de scientifique ou d'étudié; presque tous ces petits appareils sont des joujoux qui donnent à ceux qui s'en servent une bien fausse sécurité. Le lait n'est pas stérilisé, il a souvent un goût mauvais, dû soit à la cuisson, soit au contact avec les bouchons en caoutchouc destinés à l'occlusion hermétique.

Il existait, à l'Exposition, des appareils plus sérieux et dont quelques-uns ont déjà reçu la sanction d'une longue pratique: ce sont les stérilisations par autoclaves de MM. Gaulin et C^o ou de M. Fouché. Les procédés se distinguent par l'ingéniosité apportée au système de fermeture des vases; dans les deux dispositions, on arrive à une stérilisation absolue, en montant suffisamment la température et sans qu'il en résulte de détérioration bien sensible du lait dans des vases petits où la quantité d'air est nécessairement très limitée. Nous rappellerons l'appareil déjà ancien de stérilisation de M. J. Hignette, dans lequel la chauffe atteint seulement 100 ou 102°, mais qui fournit la stérilisation par des chauffages répétés ou prolongés.

À l'Exposition figurait un appareil entièrement nouveau et des plus intéressants: l'appareil Kuhn.

L'inventeur a construit son appareil en en faisant la synthèse, c'est-à-dire en conservant devant les yeux la liste des problèmes posés et les résolvant tous successivement par des dispositions prises en conséquence.

L'air est nuisible: M. Kuhn opère en chauffant le lait en grand, sans air et dans un espace complètement clos. Il fallait procéder vite aux chauffages et aux refroidissements: M. Kuhn emploie un bain-marie intérieur au lait, c'est une circulation d'eau froide ou chaude dans une canalisation placée au sein même du lait à traiter.

Et enfin, pour parer aux inconvénients du chauffage au contact de corps, tels que cuivre ou étain, caoutchouc, etc., toutes les opérations s'effectuent dans des vases doublés d'argent, l'expérience ayant prouvé que ce métal n'a aucune action chimique sur le lait.

L'appareil se compose d'un gros cylindre doublé d'argent et contenant, suivant les modèles, 500 ou 1.000 litres de lait.

On commence par faire le plein, puis on chauffe jusqu'à 108° ou 110°; le lait se dilate et fait pression sur lui-même. Alors, on laisse écouler un léger filet de lait petit à petit, de façon à limiter la pression intérieure à 3 ou 4 atmosphères en moyenne; la pression est donc beaucoup plus

considérable que celle qui correspond à la tension de vapeur du liquide dont elle reste indépendante. On arrive, au moyen de cet appareil, non seulement à une stérilisation absolue, mais encore à satisfaire aux conditions multiples que nous avons énumérées. Le lait a conservé son agréable couleur naturelle, il ne présente aucun goût de cuit ou de brûlé, et il est fort difficile, presque toujours impossible, de le distinguer du lait frais.

En transvasant ce lait aseptiquement dans des vases complètement remplis et fermés ensuite hermétiquement, le lait se conserve indéfiniment, même dans les circonstances les plus défavorables, par exemple celles de maintien prolongé aux températures de 30 à 35°.

Les Allemands ont profité des ingénieux travaux de notre inventeur français, et un constructeur de Berlin vient d'établir un stérilisateur continu fonctionnant avec pression de lait. Il est à prévoir que, sous peu, on ajoutera à ces appareils la pompe à fragmentation, qui s'impose dans la pratique, et que l'on trouvera alors couramment, dans le commerce, du lait indubitablement stérilisé, d'un goût naturel et franc, et conservant indéfiniment l'appétissant aspect du lait venant de la traite.

L'Exposition est à peine fermée que déjà l'on signale encore un nouveau procédé des plus simples et des plus efficaces.

Nous voyons arriver ces progrès avec une légitime satisfaction car l'emploi de ces procédés nouveaux mettra un terme aux craintes qu'inspirent trop souvent, avec raison, les laits mis en vente courante, soit au point de vue des maladies qu'ils peuvent propager : tuberculose, fièvre typhoïde, etc., soit aussi à celui des fraudes dont ils sont l'objet, écrémage partiel, addition d'eau ou de lait écrémé, etc. Les bidons ou vases de lait stérilisé seront toujours scellés hermétiquement et il sera facile de retrouver les responsabilités en cas de défauts dans la qualité.

III. — LE LAIT CONCENTRÉ.

La concentration du lait a non seulement pour but de diminuer le poids mort par l'extraction d'une partie de l'eau contenue, mais encore de prolonger la conservation du liquide. Le lait concentré s'altère moins vite que le lait naturel, et d'autant moins vite encore qu'on l'additionne d'une certaine quantité de sucre de canne destiné à rendre la masse plus sirupeuse et à empêcher la circulation de l'air.

Ce lait concentré n'est donc plus du lait naturel ; il s'éloigne beaucoup de son modèle, mais dans la consommation ordinaire usuelle, avec du thé, du café, il peut fort bien remplacer le lait frais.

Quoique l'industrie de la concentration ne se soit pas très répandue en France, nos constructeurs se sont occupés du matériel qu'elle nécessite et nous avons à l'Exposition de forts beaux appareils à évaporer dans le vide établis par MM. Egrot et Grangé, Derooy fils aîné, Gaulin et C^{ie} (leur vacuum est pourvu d'un brise-mousses), Bréhier.

Notre fabrication française, très soignée, a déjà sa réputation faite à l'Étranger pour ces appareils de concentration et elle lutte avec avantage avec celle des Suisses ou des Allemands. Il serait à désirer que, trouvant dans le pays une excellente matière première, un lait délicieux et des appareils fort bien établis, notre industrie nationale arrivât à satisfaire aux demandes de nos colonies en lait concentré, mais tel n'est pas toujours le cas, encore à l'heure actuelle.

IV. — INDUSTRIES BEURRIÈRE ET FROMAGÈRE.

Le beurre se prépare par le barattage de la crème, et la crème est obtenue du lait, partout aujourd'hui, par le moyen de l'écrémage centrifuge.

Les écrémeuses, turbines qui tournent aux vitesses énormes de 4 à 8.000 tours par minute (on en construit dont le nombre de tours s'élève à 15 ou 18.000), sont des appareils dont l'établissement exige des soins et une habileté toute spéciale du constructeur, un choix intelligent des meilleurs métaux, car, sans ces précautions, les écrémeuses exposeraient, par leur explosion, les ouvriers aux dangers d'épouvantables accidents.

La construction des centrifuges, longtemps cantonnée en Danemark et en Suède, commence à se vulgariser, malgré les difficultés qu'elle présente.

En France, en particulier, l'écrémeuse Mélotte est aujourd'hui construite de toutes pièces par M. Garin (de Cambrai), qui a eu la hardiesse et qui doit conserver tout le mérite de cette initiative heureuse. Il exposait au Champ-de-Mars un matériel irréprochable fort remarqué et obtenant un grand succès.

D'autres, parmi nos bons constructeurs, se proposent d'aborder bientôt cette fabrication difficile, malgré les frais considérables de création d'un outillage spécial.

Les différents modèles exposés étaient nombreux et créaient à l'acheteur un véritable embarras du choix entre appareils tous de belle et solide construction et de toutes grandeurs, depuis de petits bijoux, presque des pièces d'horlogerie, écrémant 30 ou 40 litres de lait à l'heure, jusqu'à une énorme écrémeuse, de construction française, à moteur électrique direct, de taille à travailler 4 à 6.000 litres dans le même temps. Nos constructeurs nationaux se sont âprement disputé les premières récom-

penses, les grands prix et les médailles d'or que le jury était heureux de leur décerner.

La maturation de la crème est incontestablement l'opération capitale de la bonne préparation du beurre. On ne se persuade pas assez chez nous de cette vérité, et, si nous trouvions à l'Exposition des collections de ferments purs, ferments lactiques pour la plupart, nous ne constatons pas que l'on se soit préoccupé encore d'établir des étuves ou plutôt des chambres à température constante. La régularité de la température est cependant une des conditions de la réussite, et les beurres de Normandie doivent une partie de leur réputation à la régularité de la fermentation des crèmes dans des chambres où passe de l'eau courante.

Dans la maturation de la crème, il se dégage, du lait en voie d'acidification lactique, un parfum que la matière grasse emmagasine au fur et à mesure; la matière grasse peut être quelconque: on obtient le délicieux arôme du beurre en faisant mûrir des crèmes artificielles composées de graisses ou huiles quelconques émulsionnées dans du lait. Ce parfum est fugace: il se dissipe à l'air peu à peu, ou plus vite à la chaleur: en chauffant du beurre dans le vide et recueillant ce qui se dégage dans un tube plongé dans un mélange réfrigérant, on perçoit, dans ce tube refroidi, l'arôme caractéristique du beurre naturel.

La maturation est donc un enflourage, dans le sens que l'on attache à ce mot en parfumerie.

La tranquillité de la crème avec la régularité de la température donnent les meilleures conditions de captation du parfum.

Mais, par contre, nos constructeurs mécaniciens se sont distingués dans l'établissement du matériel de beurrerie: barattes et malaxeurs.

Le barattage est de mieux en mieux compris et l'on sait maintenant qu'il ne consiste pas à fouetter la crème, mais bien à l'agiter doucement, à renou-

veler les surfaces, afin d'amener, par des chances plus nombreuses, la rencontre des globules les uns avec les autres. Le barattage se fait par simple contact si la température n'est ni trop basse, auquel cas les globules restent durs et ne se soudent pas entre eux, ni trop élevée, auquel cas la matière grasse est trop fluide; l'agitation défait, d'un côté, ce qu'elle a édifié de l'autre, les qualités et les rendements sont mauvais.

De très bonnes barattes étaient exposées au Champ-de-Mars: baratte-tonneau nouvelle (Baquet, barattes de Chapelier, Leconte, Fouché, etc.); les types de ces appareils étaient nombreux et de construction extrêmement soignée.

Le malaxage du beurre après le barattage a une influence prépondérante sur la faculté de conservation du produit; il a pour but de parachever l'émulsion du lait dans la matière grasse.

Nous devons mentionner le beau matériel d'Hubert, malaxeurs destinés à la grosse industrie, et aussi les nouveaux modèles de Simon frères dont la figure 2

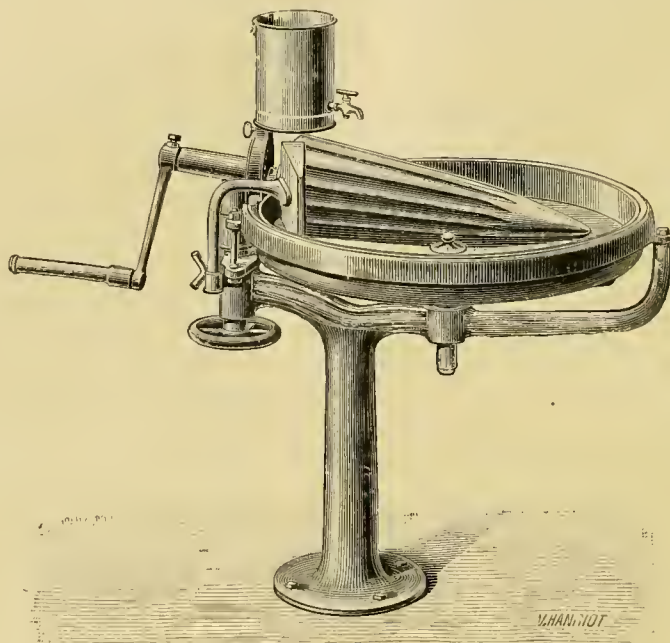


Fig. 2. — Appareil de Simon frères pour le malaxage du beurre (type mû à bras avec cône retourneur.)

représente le type mû à bras avec le cône retourneur. Cet appareil, qui fonctionnait tous les jours sous les yeux du public, a été vivement remarqué.

Enfin, signalons, en industrie fromagère, le matériel fort bien étudié et de belle construction de Lardet et de Laurioz: il nous a semblé supérieur en tous points à celui des exposants étrangers.

En somme, cette exposition du matériel français de laiterie a fait honneur à nos constructeurs et les a placés à l'un des premiers rangs, si ce n'est tout à fait au premier; il nous donne bon espoir pour l'avenir et nous a quelque peu consolé de notre infériorité trop visible en certaines autres branches de l'industrie.

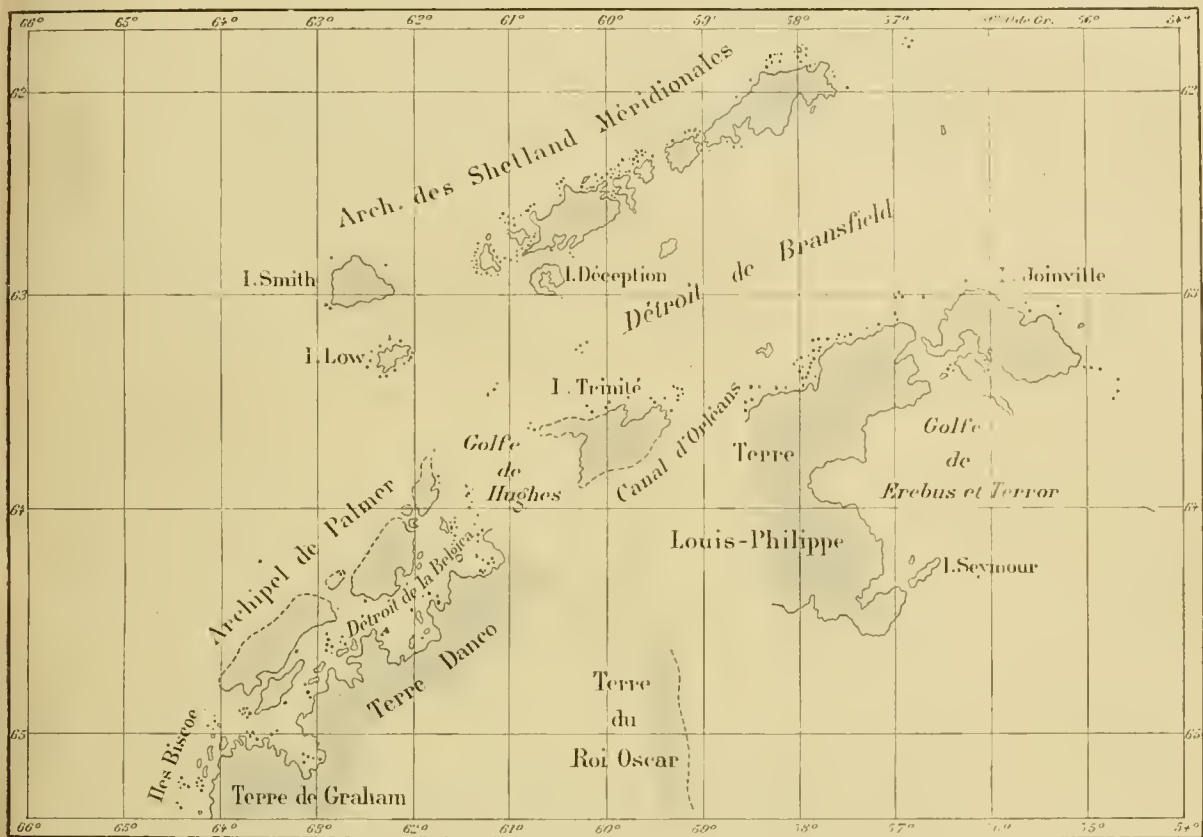
R. Lezé,

Professeur de Laiterie
à l'École d'Agriculture de Grignon

L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

Nous voudrions, dans cet article, donner un résumé sommaire des travaux accomplis par l'Expédition antarctique belge. Il serait difficile de discuter, dès à présent, les résultats scientifiques acquis, l'étude des matériaux rapportés étant à peine commencée. Les voyages d'exploration modernes nécessitent, au retour, la collaboration d'un

C'est le 18 août 1897 que l'Expédition a quitté le port d'Anvers, et ce n'est que le 29 novembre que nous avons passé le cap des Vierges, à l'entrée du détroit de Magellan. Dans les canaux de la Terre de Feu, nous nous sommes attardés plus de six semaines. Cette région est intéressante. Elle a un caractère tout à fait antarctique, qui la différencie



Gravé par F. Borremans 5 rue Hautefeuille Paris.

Fig. 1. — Carte des terres antarctiques situées au Sud du cap Horn, dessinée par l'Auteur, d'après les cartes de l'Amirauté anglaise et d'après la carte du détroit de la Belgica, dressée par M. Lecoq.

grand nombre de savants. Le calcul des observations, l'étude des roches, des plantes et des animaux ne peuvent être accomplis qu'avec l'aide des spécialistes compétents, et c'est pourquoi il faudra attendre quelques années avant de pouvoir porter un jugement sur la modeste entreprise du commandant de Gerlache.

I

La *Belgica* était un petit bateau; c'était l'ancienne *Patria*, le plus petit des baleiniers norvégiens, et, capitaine, officiers, machinistes, matelots et savants, nous n'étions, tous compris, que dix-huit hommes à bord.

très notablement du reste de l'Amérique du Sud et, d'un autre côté, elle offre des ressemblances frappantes avec les terres polaires que nous allions visiter.

Au point de vue morphologique, il y a une analogie certaine entre ces deux pointes continentales qui s'avancent l'une vers l'autre.

Par une heureuse circonstance, nous avons pu comparer ces deux régions.

La *Belgica* a contourné la Terre de Feu en passant par le canal de Magellan, le Magdalena Sound, les canaux de Cockburn, de Darwin, du Beagle et enfin le détroit de Le Maire.

C'est le 14 janvier 1898 que la *Belgica* a quitté le port Saint-Jean, sur l'île des États, après avoir visité

de nombreux endroits des terres magellaniques et des canaux de Darwin et du Beagle.

La flore et la faune de la région des canaux de la Terre de Feu étant encore très imparfaitement connues, le naturaliste de l'expédition, M. Racovitza, a pu y faire une collection de plantes et d'animaux dans laquelle de nombreuses espèces nouvelles seront à signaler.

Pour ce qui concerne la Géologie, il me semble que les quelques observations faites sur l'ancienne glaciation de cette contrée ne manqueront pas d'intérêt. Les glaciers qui descendent du massif du mont Sarmiento jusqu'à

la mer sont admirables; ceux que l'on voit dans le canal de Darwin sont aussi imposants; mais l'imagination fait voir au géologue d'autres fleuves de glace incomparablement plus étendus.

Des roches polies et moutonnées, de nombreuses moraines, des lacs sous forme de cuvettes creusées dans la montagne, au pied des étages des vallées et d'autres vestiges de l'action

glacière démontrent à l'observateur que les glaciers actuels ne sont que de minimes restes d'une glaciation presque complète de tout ce pays.

Une dizaine de degrés plus au sud, dans la région des terres découvertes par l'Expédition antarctique belge, nous avons pu voir quel était l'aspect

que devait présenter l'extrémité méridionale de l'Amérique lors de la grande extension des glaciers de l'époque pléistocène. C'est le 23 janvier que nous sommes arrivés dans la région peu connue

des Terres de Palmer (fig. 1).

Jusqu'au 13 février, la *Belgica* a croisé dans le golfe de Hughes (fig. 2) et dans le grand détroit découvert. Ce détroit a été nommé détroit de la *Belgica*. Il sépare un archipel, formé de cinq îles principales et d'un grand nombre

de petites îles, d'une terre qui est le prolongement septentrional de la Terre de Graham.

L'archipel a été appelé l'archipel de Palmer et

la côte qui s'étend au sud-est du détroit de la *Belgica* a été nommée la Terre de Danco, en souvenir du lieutenant Emile Danco, décédé à bord pendant l'hivernage de l'Expédition dans les glaces du pôle Sud.

Pendant notre séjour dans ces parages, nous sommes parvenus à effectuer vingt débarquements, bien répartis sur toute l'étendue de la carte dressée par le lieutenant Le-



Fig. 2. — Aspect des terres antarctiques découvertes par l'Expédition à l'ouest du golfe de Hughes. (Photographie du Docteur Cook.)



Fig. 3. — La *Belgica* engagée dans le pack. (Photographie du Docteur Cook.)

cointe. Nous avons également cherché à faire l'ascension d'un pic élevé de l'une des îles de l'archipel de Palmer, et à cette fin nous avons fait une excursion, qui a duré toute une semaine, sur les glaciers de cette île; mais les difficultés rencontrées à franchir les crevasses nous ont ar-

rétés à une hauteur de 500 mètres environ.

Le 12 février, nous sommes entrés dans l'Océan Pacifique et nous avons navigué sur l'emplacement des îles Biscoë jusqu'à la Terre Alexandre, que nous n'avons pu approcher à cause d'un pack extrêmement dense. Enfin, poursuivant notre route vers le sud-ouest, nous nous sommes engagés dans le pack à trois reprises différentes (fig. 3) en vue de gagner des latitudes plus élevées. Le 16, une tempête du nord-est nous a permis de nous avancer dans le pack jusqu'à 71°31' de latitude Sud; mais,

rions faire dans la région antarctique. Malheureusement, cette première série annuelle complète d'observations ne correspond pas à un point fixe du globe car la *Belgica* n'a cessé de dériver avec les glaces dans lesquelles elle se trouvait emprisonnée; mais, par contre, l'étude de cette dérive est des plus intéressantes, car elle démontre que, dans la partie de l'Océan Antarctique où nous nous trouvions, il n'y a pas de courant sensible, la dérive dépendant entièrement des vents.

Néanmoins, et ceci est un fait important à noter,



Fig. 4. — *La Belgica* emprisonnée dans les glaces. Photographie du Docteur Cook.

la saison étant déjà très avancée, nous sommes restés bloqués dans les glaces et nous avons été obligés d'hiverner (fig. 4).

II

L'hivernage de la *Belgica* est le premier hivernage antarctique, et il est à remarquer que ce premier hivernage a été effectué dans les conditions les plus difficiles qu'il puisse se rencontrer dans les régions polaires.

Notre séjour dans les glaces a duré plus d'une année, ce qui, du reste, était très désirable pour les observations météorologiques que nous dési-

dans le sud-est il y avait, de même que dans l'est, un obstacle contre lequel le pack venait buter et le long duquel il se déplaçait.

La Terre d'Alexandre doit donc se prolonger vers le sud et s'étendre vers le sud-ouest.

Les sondages que nous avons effectués viennent confirmer cette conclusion.

Les glaces du pôle Sud semblent donc se trouver dans des conditions très différentes de celles du pôle Nord, où il y a plusieurs courants bien prononcés, qui déblaient les abords de l'Océan Arctique de la masse de glace de mer qui s'y forme. La région du pôle Sud est très probablement occupée par des terres sur une très vaste étendue, et peut-être

même y a-t-il un continent antarctique. La grande quantité d'icebergs que l'on rencontre dans le pack et, en dehors du pack, dans les parties méridionales des trois océans qui englobent l'Antarctique, nous montre que ce qui est le plus caractéristique pour ces régions, c'est la glace d'origine terrestre. A d'autres points de vue, le pack antarctique diffère très notablement de celui du Nord. Les floes (champs de glace) sont plus étendus et couverts d'une couche très épaisse de neige (fig. 5 et 6) et, l'été antarctique étant très froid, la fusion de la glace de mer ne s'opère que sur une faible échelle.

Le printemps étant arrivé, il nous semblait que la glace allait bientôt se rompre et fondre et qu'il n'y aurait qu'à suivre les voies d'eau formées pour se dégager du pack.

Il n'en a pas été ainsi. Au mois de septembre, le thermomètre est descendu jusqu'à -43° et la température moyenne de ce mois a été $-18^{\circ}5$; le mois d'octobre fut

également froid, et en novembre le thermomètre est encore descendu à -21° . Ce n'est qu'en décembre que le rayonnement solaire a commencé à attacher la neige d'une façon efficace et, en janvier,

voyant que les conditions de notre prison ne changeaient que bien peu, il a bien fallu prendre la résolution de se frayer un chemin artificiel dans le grand champ de glace au milieu duquel la *Belgica* était prise. Après des travaux préliminaires avec des explosifs, qui ne donnèrent aucun résultat pratique, et après avoir mesuré l'épaisseur de la glace de notre floe suivant différentes directions, nous trouvâmes un tracé d'après lequel la glace était peu épaisse; c'est dans cette glace, de 1^m,50 à 1^m,70 et, au maximum, de 2 mètres

d'épaisseur, que nous avons scié un chenal artificiel de 700 mètres de longueur, suffisamment large pour que notre bateau pût en sortir (fig. 7).

Ce travail a duré tout un mois, durant lequel tout le monde, sans distinction, a dû travailler pendant huit heures par jour; c'était là le maximum de travail vigoureux que nous pouvions fournir.

Le canal étant terminé, le floe s'est rompu, et la *Belgica* a failli être écrasée par les pressions; mais, finalement, le 14 février 1899, nous en sommes sortis, et, après un autre mois de difficultés et de danger continuels, la *Belgica* réussit à se frayer un chemin dans la petite glace mouvante et serrée qui

forme la bordure de la banquise. Nous étions alors par 102° de longitude O.; de là jusqu'au cap Horn, les vents nous furent favorables.

111

Le travail cartographique de l'Expédition est la

belle carte hydrographique du détroit de la *Belgica*, carte dressée, par M. G. Lecoq; — elle s'étend sur $1^{\circ} 1/2$ de latitude et sur 3° de longitude, c'est-à-dire qu'elle ne comprend qu'une étendue très restreinte; né-

anmoins, l'intérêt qu'elle présente est considérable, car c'est le premier relevé de côtes antarctiques détaillé et, comme la description géographique de cette contrée sera donnée avec beaucoup de détails, elle pourra servir dorénavant comme type d'une contrée antarctique.

La configuration de l'ensemble des terres situées au sud de l'Amérique ne ressort pas encore bien clairement; pourtant, il me semble qu'avec les données acquises on peut se permettre de signaler différentes analogies qu'elles présentent avec la pointe



Fig. 5. — Les pressions dans le pack antarctique. (Photographie de l'Auteur.)

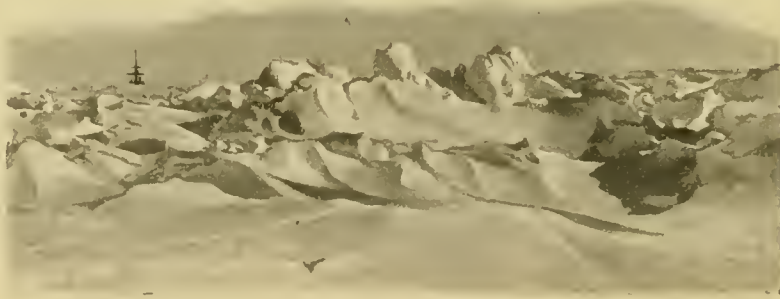


Fig. 6. — Aspect des monticules de glace de mer produits par les pressions de la banquise. Ces monticules sont ensevelis sous la neige chassée par les tempêtes. (Photographie de l'Auteur.)

méridionale de l'Amérique. Ainsi, ici également, la côte Pacifique est très montagneuse, et la chaîne de montagnes se recourbe vers le nord-est, tout comme la chaîne des Andes se recourbe vers le sud-est. De part et d'autre, nous nous trouvons dans des régions qui paraissent être des régions d'affaissement, où de profondes vallées sont submergées.

Les fiords y sont caractéristiques et l'archipel de grandes îles, qui forme une bande extérieure, est à remarquer à l'ouest de la Terre de Danco tout comme à l'ouest de la Terre de Feu.

Il est difficile de bien se rendre compte du relief des terres découvertes par l'Expédition, la presque totalité de la surface se trouvant ensevelie sous d'épais manteaux de neige ou sous des glaciers énormes (fig. 8). Ces glaciers offrent beaucoup d'intérêt à cause de leur immense extension.

La région des neiges perpétuelles descend ici jusque très près du niveau de la mer, de sorte que partout s'étendent des champs de névés. Les glaciers se terminent à la mer par des murailles de glace. Vers le sud et vers l'est, sur la Terre de Danco et sur la Terre de Graham, c'est l'inlandsis qui s'étend à perte de vue; et, chose tout à fait caractéristique pour la région antarctique, même de petites îles peuvent

être entièrement recouvertes d'un grand manteau de glace, de sorte qu'elles aussi ont un « inlandsis » qui ensevelit tout.

Ces glaciers sont dépourvus de moraines de surface et ils n'ont pas de ruisseaux comme ceux du Groenland.

L'étude des glaciers antarctiques aurait demandé un séjour prolongé; pourtant, notre attention a été constamment attirée par la grande variété de formes que nous avons pu observer et par la nouveauté des nombreux tableaux que nous avons devant nous en si peu de temps,



Fig. 7. — Canal artificiel de 700 mètres de longueur, scié dans la glace de mer de 1^m.70 à 2 mètres d'épaisseur, en Janvier et Février 1899, pour dégager la Belgica du champ de glace dans lequel elle est restée emprisonnée toute une année et avec lequel elle a subi une dérive totale de 3,000 kilomètres. Photographie de l'Auteur.

que même en trois semaines les notes se sont accumulées. Une découverte importante est à signaler au sujet des glaciers: je veux parler des vestiges tout à fait certains d'anciens glaciers.

L'époque glaciaire a laissé ses traces jusque dans la région polaire antarctique, là même où il est difficile de s'imaginer une glaciation plus forte que celle que l'on y voit de nos jours.

Il me paraît probable que la grande exten-



Fig. 8. — L'une des îles Biscoë, à la sortie du Déroit de la Belgica. — Cette île, quoique peu élevée, est complètement ensevelie sous une épaisse couche de glace permanente. Elle nous démontre que dans les régions antarctiques le niveau des neiges éternelles est au niveau de la mer, par 65° de latitude, et que des glaciers peuvent se former sur terrain plat.

sion des glaciers antarctiques est contemporaine de l'époque glaciaire des canaux de la Terre de Feu; malheureusement, nous ne possédons aucune donnée paléontologique permettant de le démontrer. Nous n'avons trouvé des terrains sédimentaires qu'en un seul endroit; c'étaient des schistes

contemporaine de l'époque glaciaire des canaux de la Terre de Feu; malheureusement, nous ne possédons aucune donnée paléontologique permettant de le démontrer. Nous n'avons trouvé des terrains sédimentaires qu'en un seul endroit; c'étaient des schistes

aux strates fortement inclinées et métamorphiques au contact d'une grande masse granitique, et nous ne pouvons rien dire de l'âge de ces schistes. Partout ailleurs, c'étaient des roches éruptives anciennes, du granite, de la diorite, de la serpentine, une porphyrite et du gabbro. Le terrain erratique était de beaucoup plus varié, démontrant que plus au sud, dans les Terres de Graham, il doit y avoir un massif gneissique, des porphyres, mais aussi des terrains sédimentaires, car le grès ne manque pas. Dans l'archipel de Palmer, par contre,

donnée de ces terres antarctiques constituera-t-elle, sans aucun doute, une monographie aussi complète qu'on pouvait l'espérer.

IV

Je désire encore indiquer, en peu de mots, quelques autres recherches de l'Expédition antarctique belge, concernant la géographie physique de la région antarctique; il s'agit des observations météorologiques et océanographiques.



Fig. 9. — Le laboratoire de Zoologie, à bord de la Belgica.

il y a peut-être un ancien volcan, car au pied des montagnes, sur l'une des îles de l'archipel, du basalte et d'autres roches volcaniques ont été trouvés.

Ainsi, pendant notre court séjour dans le détroit de la Belgica, nous nous sommes efforcé de recueillir tous les matériaux voulus pour pouvoir donner une description physique des terres découvertes; de son côté, le Dr Cook ne cessait de prendre des photographies toutes les fois que l'éclairage le permettait, et ces photographies en disent beaucoup plus que de longues descriptions.

M. Racovitza a recueilli une importante collection botanique, et ses découvertes zoologiques sont du plus haut intérêt; aussi la description qui sera

Une série de sondages effectués entre l'île des Etats et les Shetland méridionales nous font connaître les relations bathymétriques du grand canal antarctique qui sépare l'Amérique du Sud des terres antarctiques. La plus grande profondeur mesurée se trouve non loin du cap Horn; elle est de 4.040 mètres, et, à partir de là, le fond de la mer se relève tout doucement vers le sud, car par 62° de latitude, nous avons encore mesuré une profondeur de 2.900 mètres. Mais, à partir de là vient une pente assez abrupte qui nous mène rapidement vers le plateau continental de l'archipel des Shetland méridionales. Au sud du cercle polaire, nous avons également effectué une série de son-

dages qui démontrent l'existence d'un plateau continental antarctique dont la terminaison est donnée par l'isobate de 500 mètres qui suit à peu près le 71° parallèle. Au delà, vers le nord, les profondeurs vont en augmentant rapidement, tandis que, vers le sud, la plaine sous-marine se relève doucement, de sorte que par 71°36' on trouve le fond à 390 mètres.

Au cours des sondages, de nombreuses séries de températures des eaux ont été prises en profondeur, et des échantillons d'eau ont été puisés

Les icebergs, le pack, la formation de la glace de mer et les transformations qu'elle subit, ce sont là des sujets d'étude que nous avons tenu à ne jamais perdre de vue; mais je ne puis insister.

Le climat antarctique de la mer glacée est, d'après nos observations météorologiques, très rigoureux, humide et tempétueux. Les cyclones sont fréquents et le vent atteint souvent une violence extrême. La neige est abondante, et le ciel est le plus souvent couvert. Néanmoins, lorsque le



Fig. 10. — Le laboratoire de Physique, à bord de la Belgica.

pour la détermination des poids spécifiques. Ces données permettront de discuter la question de l'échange des eaux polaires et océaniques dans ces parages.

L'étude des fonds sous-marins a également pu être abordée, grâce aux échantillons de sédiments rapportés par les sondes et par les dragues, et, ce qui rend ces sédiments tout particulièrement intéressants, c'est la grande quantité d'éléments terrigènes qui les caractérise.

De gros blocs sont disséminés avec des cailloux plus petits, du gravier et du sable qui se mêlent à la vase à Globigérines. La provenance de ces blocs erratiques est évidente: ils viennent des terres antarctiques, ce sont les icebergs qui les charrient.

temps est clair, les phénomènes optiques que l'on peut observer dans l'atmosphère rendent admirable ce paysage monotone.

Les différentes phases du crépuscule, les halos et les parhélies et le phénomène du mirage ont été souvent observés, et l'étude de ces phénomènes, variables et encore peu connus, est des plus intéressantes. Les phénomènes électriques ne se sont manifestés que sous forme d'aurores polaires, qui ont toujours été observées et décrites avec soin. Les observations magnétiques, qui ont été poursuivies par M. Lecointe, ont démontré que les aurores australes mouvementées correspondent (de même que les aurores boréales) à des tempêtes magnétiques.



V

Comme ce court exposé le démontre, les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique belge seront variés et satisfaisants¹; une grande publication, qui se prépare sous les auspices du Gouvernement belge, les fera connaître en détail.

Mais le principal résultat de l'Expédition antarctique belge aura été d'avoir fait connaître au grand

public combien peu nous savons encore de la région du pôle Sud, et combien est minime la tâche accomplie, comparativement à ce qui doit encore être fait au point de vue de l'exploration et de l'étude scientifique des nombreux problèmes qui se posent au sujet de la géographie antarctique.

Henry Arctowski,

Membre de l'Expédition.

LES PRINCIPES DE L'ANALYSE ÉLECTROLYTIQUE

L'analyse chimique basée sur la séparation des éléments par voie électrolytique, en d'autres termes l'analyse électrolytique, occupe une place de plus en plus importante non seulement dans les laboratoires consacrés uniquement à la science, mais encore dans les laboratoires industriels. Nous ne voulons pas dire par là que les méthodes électrolytiques soient destinées à se substituer, en analyse, aux méthodes gravimétriques et volumétriques; nous croyons simplement que celles-ci sont destinées à remplacer celles-là lorsque ces dernières n'offriront pas le degré de précision et de simplicité voulu. Cela se conçoit aisément si l'on considère que les principes qui guident les méthodes gravimétriques et volumétriques d'une part et les méthodes électrolytiques d'autre part sont entièrement différents. Là, donc, où les premières méthodes ne permettraient pas une séparation rigoureuse de certains éléments, il y a bien des chances pour que les méthodes électrolytiques ne rencontrent pas, elles, les mêmes écueils pour ces éléments. C'est ce qui se passe par exemple pour la séparation de l'antimoine d'avec l'étain; ces métaux, très difficiles à séparer par l'analyse gravimétrique, se séparent, au contraire, le plus aisément du monde par l'électrolyse.

Aussi bien, nous n'avons nullement l'intention de comparer les deux sortes de méthodes. Cependant, il est difficile de ne pas être frappé d'un grand avantage que présente l'analyse électrolytique; nous voulons parler de la simplicité de la manipulation, qui consiste à placer les électrodes dans une solution, à régler le courant et, à la fin de l'opération, à laver une des électrodes, la sécher et la peser. C'est précisément cette simplicité dans les opérations qui a permis de donner tant d'extension à l'analyse électrolytique dans les laboratoires industriels.

Dans les essais de séparation, par voie électrolytique, des éléments les uns d'avec les autres, le chimiste devra constamment se laisser guider par un certain nombre de principes, que nous allons rappeler en les interprétant avec l'hypothèse des ions.

Dans cet exposé, nous aurons en vue l'analyse électrolytique des métaux. Nous ne parlerons pas de l'analyse électrolytique des métalloïdes, bien que les principes qui la guident soient les mêmes, parce qu'elle n'a été appliquée jusqu'ici qu'à un très petit nombre de cas.

I. — LA TENSION DE POLARISATION.

1. *Tout sel métallique, de même que tout acide et toute base, en solution aqueuse, se séparent électrolytiquement sous l'influence d'une tension électrique minima dite tension de polarisation.*

Ce principe n'est pas rigoureusement vrai en analyse parce que, comme l'a montré Nernst, cette tension de polarisation dépend de la concentration du métal dans le bain et que cette concentration diminue à chaque instant au fur et à mesure que le métal se dépose.

En effet, la tension de polarisation e se compose, si l'on néglige la tension r nécessaire à vaincre la résistance r du bain, de deux valeurs tout à fait indépendantes l'une de l'autre : 1° de la tension ϵ_a nécessaire pour séparer les anions de

¹ Principales publications à consulter au sujet de l'Expédition antarctique belge :

Narrations. — De Gerlache, trois articles dans l'*Illustration* du mois de mars 1900 et *Bull. Soc. Géogr., Bruxelles*, 1900, n° 3; — Dr Cook, dans *Mc Clure's Magazine*, novembre 1899, et dans *Century Magazine*, pour janvier 1900; — Dobrowolski, dans *Ateneum* (Varsovie), septembre 1899; — Lecointe, *Bull. Soc. géogr., Anvers* 1900; — Arctowski, dans le *Geographical Journal*, février 1901.

Résultats généraux. — Lecointe, Arctowski et Racovitz, dans *Bull. Soc. Géogr., Bruxelles*, janvier 1900; — Racovitz, dans la *Géographie*, février 1900.

Notices spéciales. — Arctowski dans le *Geographical Journal*, le *Bull. de l'Acad. de Belgique*, les *Comptes Rendus, Ciel et Terre*, sur les résultats météorologiques, océanographiques, les aurores australes et les glaciers; — Lecointe, dans *Bull. de l'Acad. de Belgique*, sur les observations magnétiques; — Dollo, dans *Bull. de l'Acad. de Belgique*, sur les poissons antarctiques; — Arctowski et Renard, dans *Bull. de l'Acad. de Belgique*, sur les sédiments marins.

l'anode ; 2° de la tension ϵ_c nécessaire pour séparer les cations à la cathode.

Chaque sorte d'anions ou de cations a, pour une même concentration, une valeur déterminée (ϵ_c ou ϵ_a). Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs

Tensions électriques pour des concentrations normales.

à la cathode ϵ_c		à l'anode ϵ_a	
Ag	- 0,78	I	0,52
Cu	- 0,34	Br	0,94
H	0,0	O	4,08
Pb	+ 0,17	Cl	4,31
Cd	+ 0,38	OH	1,68
Zn	+ 0,74	SO ₄	4,9
		H ₂ SO ₄	2,6

trouvées par Nernst pour les tensions relatives à quelques ions en concentration normale (c'est-à-dire à $\frac{m}{v}$ grammes par litre, m étant le poids moléculaire et v la valence de l'ion).

La tension de polarisation minima nécessaire pour effectuer une électrolyse quelconque s'obtiendra donc en faisant la somme :

$$e = \epsilon_c + \epsilon_a.$$

C'est ainsi que le sulfate de cuivre, en concentration normale, exige pour sa séparation électrolytique la tension :

$$e = 1,9 - 0,34 = 1,56 \text{ volt.}$$

Les valeurs ϵ_c et ϵ_a dépendent l'une et l'autre de la concentration des cations et des anions. En analyse électrolytique, où il y a toujours un grand excès d'anions par rapport aux cations à précipiter, la concentration des anions ne varie pas suffisamment au cours de l'électrolyse pour faire varier sensiblement la valeur ϵ_a . Au contraire, la concentration des cations à précipiter sur la cathode diminue constamment, au cours de l'électrolyse, jusqu'à ce qu'elle devienne pratiquement nulle ; il en résulte des variations sensibles pour ϵ_c et par suite pour e . Ces variations sont données par la formule de Nernst :

$$\epsilon_c = \frac{K}{v} \log \frac{P}{C} \text{ volts.}$$

K est une constante pour une même température ; v est la valence du métal précipité ; C est la concentration des ions-métal et P la tension de dissolution de ce métal. L'idée de tension a été suggérée dans la théorie des ions par l'analogie qu'on a établie entre le phénomène de l'ionisation et celui de la vaporisation. De même qu'un liquide (ou d'ailleurs tout autre corps) possède une certaine tendance à passer à l'état de vapeur et que la mesure de cette tendance est exprimée par sa tension de vapeur, de même une substance susceptible

d'envoyer des ions en solution tend à passer à l'état d'ions et la mesure de cette tendance est exprimée par sa tension de dissolution.

D'après la formule précédente, on voit que si la concentration C des ions du métal qui se dépose sur la cathode diminue en progression géométrique, la valeur ϵ_c augmente en progression arithmétique. A la température ordinaire (17°), on trouve que si la concentration est réduite au 1/10 de sa valeur, ϵ_c augmente de $\frac{0,0575}{v}$ volts, v étant la valence du métal.

Considérons, en particulier, une solution de sulfate de cuivre en concentration normale, c'est-à-dire contenant $\frac{63}{2}$ grammes de cuivre par litre ; cette solution peut être considérée comme pratiquement dissociée. Au fur et à mesure que la concentration des ions-cuivre diminue par suite du dépôt de métal sur la cathode, les valeurs de ϵ_c et de e sont les suivantes :

Variation de la tension de polarisation avec la concentration.

CONCENTRATION (nombre de gr. par litre)	ϵ_c	e
31,5000	- 0,34	1,56
3,1500	- 0,31	1,59
0,3150	- 0,28	1,61
0,0315	- 0,25	1,64
0,0031	- 0,22	1,67
0,0003	- 0,19	1,70

Les concentrations plus petites sont pratiquement nulles en analyse.

Avec des solutions de métaux monovalents, les variations de e sont encore plus considérables.

Si, maintenant, on classe les métaux par ordre croissant de tensions de polarisation pour une concentration déterminée, on voit que la différence des tensions de polarisation de deux métaux consécutifs est bien souvent inférieure aux variations de cette tension au cours de l'électrolyse.

Tensions de polarisation des sulfates et des chlorures.

MÉTAUX	SOLUTION A 1 MOLÉCULE-GR. par litre.	
	sulfates	chlorures
Manganèse	2,715	2,134
Zinc	2,424	1,813
Cadmium	2,062	1,484
Fer	1,993	1,397
Cobalt	1,881	1,295
Nickel	1,798	1,290
Étain	—	1,225
Plomb	—	1,215
Hydrogène	1,662	1,061
Bismuth	1,410	0,995
Antimoine	—	0,934
Arsenic	—	0,760
Cuivre	1,385	—
Mercure	0,920	—
Argent	0,926	—
Palladium	—	0,244
Platine	—	0,170
Or	—	0,060

Il en résulte qu'une méthode d'analyse basée exclusivement sur la séparation successive des métaux par accroissement graduel de la tension électrique aux électrodes ne serait pas exacte. Ce principe permet cependant de séparer les métaux ayant des tensions très différentes, comme le cuivre d'avec l'argent par exemple.

Il faut donc chercher d'autres principes pouvant servir de bases à la séparation électrolytique des métaux. Nous allons ainsi être amené à parler des sels « complexes ».

Auparavant, notons les deux principes qui découlent des considérations qui précèdent :

1° *Étant donné en solutions différentes sortes d'anions et de cations, il y aura électrolyse lorsque la tension de polarisation sera suffisante pour libérer à la fois l'un des anions et l'un des cations.*

2° *La tension minima à mettre aux bornes d'une cuve électrolytique croît avec la dilution du sel.*

II. — LES SELS COMPLEXES¹.

Les solutions employées en électrolyse, que ce soient des solutions acides, basiques ou neutres, peuvent contenir le métal à l'état de *sel simple* (sulfate de cuivre, nitrate d'argent, etc.), de *sel double* (sulfate de nickel et d'ammonium, etc.), ou de *sel complexe* (zincate de sodium, arséniate de cuivre, etc.)

Un *sel simple* a un métal qui se dirige vers la cathode à l'état d'ions.

Un *sel double* se comporte à l'électrolyse comme un mélange de deux sels simples, c'est-à-dire que les deux métaux se dirigent vers la cathode à l'état d'ions.

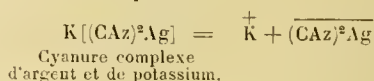
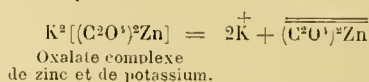
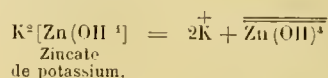
Un *sel complexe* est un sel qui, en solution, se dissocie pour donner non pas des ions-métal, comme dans les sels simples ou doubles, mais des ions complexes où entre le métal.

Les sels complexes que l'on rencontre le plus souvent en analyse sont les arsénates, les antimoniates, les sulphydrates doubles de sodium concentrés, les oxalates doubles alcalins, les cyanures doubles de potassium. La dénomination de *double* appliquée à ces sulphydrates, oxalates et cyanures est donc impropre; nous la remplacerons par celle de *complexe*.

Dans les solutions des sels complexes un des métaux est le cation, le reste de la molécule est l'anion complexe contenant l'autre métal.

Voici quelques exemples de sels complexes dis-

sociés en anions complexes contenant l'un des métaux et en cations constitués par les ions de l'autre métal :



Le métal de l'anion complexe ne pourra se déposer électrolytiquement que si cet anion se dissocie à son tour, ou si l'on décompose cet anion par un courant à très forte tension.

Dans un certain nombre de sels complexes, l'anion complexe étant déjà en partie dissocié, le métal engagé dans cet ion se dépose directement à la cathode comme pour un sel simple, avec cette grande différence que *la concentration des ions de ce métal étant toujours très faible, la tension aux électrodes doit être beaucoup plus grande que pour un sel simple.*

Les cyanures potassiques complexes d'or, d'argent, de mercure, de cadmium ont des ions en partie dissociés et s'électrolysent facilement; d'ailleurs, la présence de cette dissociation se reconnaît par les précipités de sulfure que donnent ces sels complexes sous l'influence de l'hydrogène sulfuré. Au contraire, les cyanures potassiques complexes de platine, d'arsenic, de fer, ont des ions complexes non dissociés : ils ne précipitent pas par l'hydrogène sulfuré et n'envoient pas non plus de métaux à la cathode sous l'influence du courant, à moins qu'on n'emploie des tensions suffisamment élevées pour les décomposer chimiquement.

III. — SÉPARATION DES MÉTAUX PAR VOIE ÉLECTROLYTIQUE.

D'après les considérations qui précèdent, il est facile de se rendre compte de l'application qu'on peut faire des ions complexes en analyse. Étant donné, en solution, différents métaux qu'il s'agit de séparer, on engagera un ou plusieurs d'entre eux dans des ions complexes afin d'espacer suffisamment les valeurs des tensions de polarisation relatives à chaque métal. Un accroissement graduel de la tension électrique aux électrodes permettra alors de séparer successivement chaque métal. Seuls, les métaux engagés dans des combinaisons absolument complexes, c'est-à-dire dont tous les ions sans exception sont complexes, resteront en

¹ Les sels complexes ont été étudiés au point de vue de leur application à l'analyse électrolytique, notamment par Freudenberg (*Zeit. phys. Chem.*, XIII, 97), auquel nous empruntons une partie de ce qui suit.

solution quel que soit le courant. On les ramènera à l'état d'ions simples par décomposition chimique de la combinaison complexe, puis on les séparera électrolytiquement dans les conditions ordinaires.

Citons enfin un dernier principe d'une très grande importance en analyse électrolytique, puisqu'il permet de subdiviser encore les différents groupes que nous venons de séparer :

3° *Sont seuls susceptibles de se déposer sur la cathode en solution fortement acide, les métaux dont les tensions de polarisation sont inférieures à celle de l'hydrogène, ainsi que le plomb et l'étain dont les tensions lui sont à peine supérieures.*

L'ordre des tensions de polarisation des métaux étant le même que celui des tensions de polarisation de leurs sels, le tableau de la page 95 indique que le manganèse, le zinc, le cadmium, le fer, le cobalt, et le nickel ne sont pas susceptibles de se déposer électrolytiquement en solution fortement acide, et qu'au contraire l'étain, le plomb, le bismuth, l'antimoine, l'arsenic, le cuivre, le mercure, l'argent, le palladium, le platine, l'or, peuvent se déposer électrolytiquement en solution fortement acide.

Ce principe s'explique aisément si l'on considère que les métaux de la première série ont des tensions de polarisation notablement plus grandes que celle de l'hydrogène. Il en résulte qu'en solution fortement acide, la proportion d'ions H^+ qui se rendent à la cathode en même temps que les ions-métaux de cette série est assez forte pour empêcher tout dépôt métallique sur la cathode.

En résumé, une séparation électrolytique de plusieurs métaux en solution comprendra les opérations suivantes :

- 1) L'addition d'un acide fort, qui permettra une première scission des métaux en deux divisions;
- 2) La formation, dans chacune de ces divisions, d'ions complexes en vue d'espacer suffisamment les valeurs des tensions de polarisation relatives à chaque métal;
- 3) La séparation successive des métaux à la cathode par accroissement graduel de la tension de polarisation.

En dehors des principes généraux qui précèdent et qui servent de base à la séparation des métaux les uns d'avec les autres, il faut noter la propriété que possèdent le cobalt, le nickel, le manganèse, le plomb, le bismuth et l'argent de pouvoir, dans certaines conditions, se déposer à l'état d'oxyde sur l'anode. Cette propriété est d'un très grand secours en analyse, au moins pour séparer le manganèse et le plomb; les autres métaux n'ont pas encore pu être déposés en totalité à l'état d'oxyde sur l'anode, la plus grande partie se déposant sur la cathode ou restant dans le bain.

IV. — L'INTENSITÉ DU COURANT.

L'intensité du courant règle, conformément à la loi de Faraday, la quantité de métal déposée dans un temps donné. Il semble donc qu'on puisse calculer aisément, d'après cette loi, le temps nécessaire pour priver complètement un bain d'un métal déterminé. Il n'en est rien, car le bain contient toujours des cations étrangers à ce métal, en particulier des ions H^+ . La concentration de ces ions est assez faible, pour qu'au début de l'électrolyse elle soit négligeable par rapport à la concentration du métal à déposer; la quantité de métal déposé est alors proportionnelle à la quantité d'électricité qui passe, conformément à la loi de Faraday. Mais lorsque le bain s'est appauvri en métal, la concentration des ions de celui-ci est comparable à celle des ions H^+ (pour ne parler que des ions H^+). La loi de Faraday s'applique toujours, mais à condition de tenir compte du dépôt à la cathode non seulement des ions-métal, mais encore des ions H^+ et des autres ions étrangers.

Cette concentration des ions H^+ , d'ailleurs, augmente souvent au fur et à mesure que l'électrolyse se fait, ce qui retarde encore la fin de l'opération. C'est ce qui a lieu, par exemple, dans l'électrolyse du sulfate de cuivre, où la quantité d'acide sulfurique du bain augmente proportionnellement à la quantité de cuivre déposé puisque, pour chaque équivalent de cuivre déposé, il y a un équivalent d'acide sulfurique formé.

L'acide sulfurique étant dissocié en ions H^+ et SO_4^- , sa production amènera dans le bain de nouveaux ions H^+ .

Ainsi, dans une analyse électrolytique, la plus grande partie des éléments à séparer se dépose pendant les premiers moments et les dernières parties se déposent beaucoup plus lentement.

La densité du courant, c'est-à-dire le rapport de l'intensité à la surface totale de l'électrode sur laquelle se fait le dépôt, doit être comprise entre certaines limites. En effet, l'adhérence et la compacité du dépôt, facteurs très importants en analyse électrolytique, dépendent en partie de la densité du courant. En outre, une trop grande densité peut provoquer sur l'électrode un dégagement gazeux qui altère ou qui retarde la formation du dépôt.

V. — LES ÉLECTRODES.

Les électrodes doivent être inattaquables par les bains employés, cela va de soi; de plus, elles doivent offrir une forme telle que la densité du courant sur l'électrode qui reçoit le dépôt soit aussi homogène que possible.

Les électrodes idéales au point de vue de l'homogénéité de la densité seraient constituées par deux sphères concentriques, le liquide se trouvant entre ces deux sphères.

Classen et Riban, pour se rapprocher le plus possible de cette forme idéale, se servent d'une

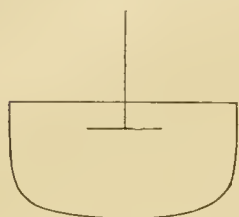


Fig. 1. — Electrodes de Classen.

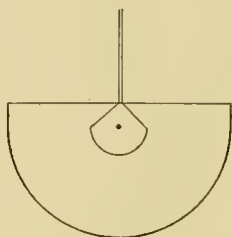


Fig. 2. — Electrodes de Riban.

capsule hémisphérique (fig. 1 et 2) destinée à recevoir le dépôt électrolytique. L'autre électrode est située, concentriquement à la première, à l'intérieur de celle-ci; elle est constituée soit par un petit disque (Classen), soit par une petite capsule hémisphérique (Riban).

Les deux appareils qui précèdent n'ont pas leurs pareils pour la réalisation d'une densité de courant aussi parfaitement homogène. Mais ils présentent deux inconvénients : le premier, c'est que l'électrode destinée à recevoir le dépôt sert de récipient au bain; aussi ces électrodes ne peuvent-elles servir que pour les liquides parfaitement clairs et non susceptibles de donner de précipité au cours de l'électrolyse. Le deuxième inconvénient de ces appareils c'est de n'utiliser que la face interne seule de la capsule pour recevoir le dépôt, ce qui entraîne une grande dépense de platine.

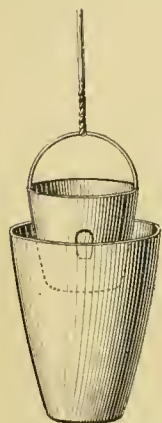


Fig. 3. — Electrodes de Riche.

Pour l'appareil classique de Riche, le premier de ces inconvénients n'existe pas. Cet appareil (fig. 3) consiste en deux creusets concentriques; le premier creuset intérieur, qui est sans fond et percé de fenêtres, reçoit le dépôt électrolytique. Avec ce système d'électrode, on peut laisser impunément un précipité au fond du bain. La dépense de platine est malheureusement forte.

L'appareil que nous avons fait construire (fig. 5) est une modification de celui de Luckow (fig. 4). — Qu'on veuille bien nous excuser si notre partialité d'auteur nous porte à en grossir les avantages. — Il est constitué par un cylindre en platine un peu évasé destiné à recevoir le dépôt électrolytique et par une deuxième électrode entourant la première à l'intérieur et à l'extérieur. La densité du courant

est ainsi rendue à peu près homogène à l'intérieur et à l'extérieur de l'électrode qui reçoit le dépôt. Cette densité, bien que moins parfaitement homogène que dans les appareils de Classen et de Riban, est cependant suffisante dans la pratique. La surface active de l'électrode est très grande pour un poids de platine relativement très faible. L'électrolyse se fait dans un verre transparent, aussi est-il plus facile qu'avec les appareils précédemment décrits d'y suivre les différentes phases de l'opération. Enfin, s'il y a un précipité dans le liquide, il n'est pas toujours nécessaire de le filtrer; il suffit de le laisser se déposer au fond du verre, de plonger ensuite les électrodes et de faire passer le courant.

Pour les dépôts peu adhérents, on a intérêt à avoir des surfaces d'électrodes aussi grandes que possible. A cet effet nous avons fait construire des électrodes en toile de platine

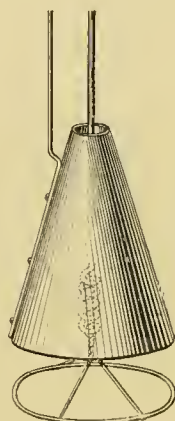


Fig. 4. — Electrolyseur Luckow.

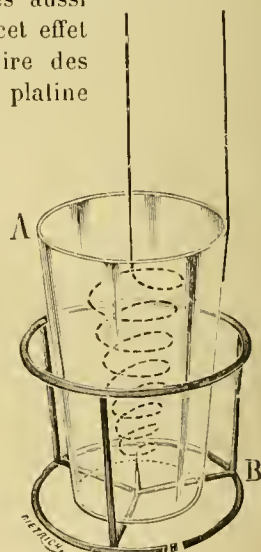


Fig. 5. — Electrolyseur Hollard.

identiques quant à la forme à l'électrode en feuille.

VI. — CONCLUSION.

Tels sont, dans leurs grandes lignes, les principes qui doivent, à notre sens, guider le chimiste dans ses recherches d'analyse par voie électrolytique. S'il y a encore quelques séparations qui n'ont pu être réalisées par l'analyse électrolytique, c'est que cette science est née d'hier et qu'on est loin d'avoir épuisé toutes les ressources que fournissent les principes que nous avons rappelés. Il n'est pas nécessaire, pour la mettre à profit, d'attendre qu'elle soit devenue une science complète et indépendante. Pour le moment, elle est le complément indispensable de l'analyse gravimétrique, dont elle a déjà comblé des vides énormes et à laquelle elle a fourni des méthodes d'une simplicité incomparable.

A. Hollard.

Chef du Laboratoire central de la Compagnie française des Métaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Loir M. et de Caqueray (G.), Lieutenants de vaisseau. — *La Marine et le Progrès. Les luttes de l'avenir par la Science, par les millions.* — 1 vol. in-16 de 369 pages. Prix : 3 fr. 50. Librairie Hachette et Co, Paris, 1901.

« Ce livre n'a pas de prétentions scientifiques. Il est uniquement une œuvre de vulgarisation ». Telle est la première phrase. Elle définit nettement le but poursuivi par les auteurs, qui est d'expliquer l'évolution du matériel naval au cours du dix-neuvième siècle et sa composition au début du vingtième siècle.

L'introduction a pour titre : « Le rôle et l'utilité de la Marine ». Elle rappelle par des exemples récents et montre par des hypothèses plausibles quel a été et quel serait le rôle de la Marine dans une guerre où la France se trouverait engagée : diversions sur les côtes ennemies, maintien des communications avec nos possessions africaines, ravitaillement par mer en armes et en munitions comme en 1870, destruction de la marine de commerce ennemie, etc.

Les auteurs combattent la théorie qui n'assigne à la Marine qu'un rôle secondaire dans les guerres futures et concluent par ces mots de Richelieu : « On ne peut, sans la mer, ni profiter de la paix, ni soutenir la guerre. »

Après avoir comparé l'ancienne flotte à voiles à la marine à vapeur, et constaté la révolution complète qui s'est opérée aussi bien dans la construction et l'entretien du matériel naval que dans les conditions mêmes de la guerre, la tactique et la stratégie maritimes, ils racontent, d'une façon fort intéressante, les débuts laborieux de la marine à vapeur, les luttes contre les préventions, le triomphe définitif après le merveilleux succès du *Napoléon*, de notre célèbre ingénieur Dupuy de Lôme, en 1855.

Vient ensuite l'histoire des progrès dans la période qui s'étend de 1853 à 1875. Les principales étapes sont : l'emploi des projectiles creux ou obus (inventés par le général Paixhans), la destruction de la flotte turque à Tcheshmé par les obus russes (1853), la construction, sur l'ordre de Napoléon III, des batteries flottantes cuirassées, employées pour la première fois dans la guerre de Crimée où elles prennent une part prépondérante au bombardement de Kinburn (1855), la construction de la frégate cuirassée *la Gloire*, sur les plans de Dupuy de Lôme (1857), la construction des cuirassés à réduit central *Magenta* et *Sollerino* (1860), l'adoption de l'éperon sur ces bâtiments, l'apparition du type *Monitor* qui nous vient d'Amérique, le commencement de la construction en fer (la frégate *la Couronne*, 1860), puis l'addition des cloisons étanches (le cuirassé *Océan*, 1870), du pont blindé et du double fond (le cuirassé *Redoutable*, 1875) qui ajoutent tant à la sécurité des navires, l'adoption de l'acier (1875, M. de Bussy).

Les auteurs font remarquer justement que, trois fois en vingt ans, la France a tenu la tête des constructions navales et montré la voie du progrès : création du premier vaisseau rapide à vapeur, de la première batterie blindée, du premier navire cuirassé.

Ils nous montrent l'évolution nouvelle causée par l'apparition de la torpille. On crée, pour l'utiliser, des bâtiments nouveaux, les torpilleurs ; on crée, pour s'en défendre, les filets métalliques, toute l'artillerie légère à tir rapide, et les contre-torpilleurs ou destroyers, petits croiseurs à grande vitesse destinés à détruire les torpilleurs.

La lutte entre le canon et la cuirasse, qui dure depuis si longtemps, est fort bien décrite. L'artillerie augmente

d'abord successivement ses calibres, passant de 19 centimètres à 24, 27, 34 et enfin 42 centimètres ; puis elle cherche l'accroissement de puissance dans l'augmentation de vitesse initiale. Aussi les calibres diminuent et reviennent à 305 millimètres, tandis que la vitesse initiale passe de 450 mètres sur le canon de 42, à 820 mètres sur le 305.

Le tir des pièces d'artillerie moyenne (16, 14, 10 centimètres) est accéléré. Enfin, l'emploi des explosifs puissants vient rendre les effets des projectiles plus terribles encore.

La cuirasse, après avoir d'abord cherché à lutter par l'accroissement de l'épaisseur poussée jusqu'à 55 centimètres en France, 61 en Angleterre, est fabriquée en métal de plus en plus résistant (métal compound, 1880 ; procédé Schneider, 1889 ; procédé Harvey, 1894 ; procédé Krupp, 1898) et l'on diminue son épaisseur pour protéger une partie de plus en plus grande de la surface des œuvres mortes du navire. Le croiseur cuirassé *le Dupuy-de-Lôme*, de M. de Bussy, est le premier type construit dans cet ordre d'idées. Il est imité partout. Les cuirassés, à leur tour, blindent la plus grande surface possible au lieu de limiter la cuirasse à une étroite bande à la flottaison. Enfin, on cherche une augmentation de la sécurité dans le dédoublement des ponts blindés et un compartimentage cellulaire à la flottaison, dont le principe est dû à M. Bertin 1875.

La « course à la vitesse » fait l'objet du chapitre v.

Tandis qu'il y a vingt ans une vitesse de 15 nœuds était considérée comme très belle, aujourd'hui les torpilleurs atteignent 31 nœuds (*le Forban* de M. Normand, 1897) et 33 nœuds (*la Vipère* anglais de M. Parsons, 1900) ; les grands croiseurs, 23 nœuds 5 (*Giichen*, 1899) ; les paquebots, 23 nœuds (*le Deutschland*, 1900).

Les auteurs montrent l'énorme importance de la vitesse aux points de vue tactique et stratégique. Ils appellent l'attention sur ce fait, trop peu connu, que les vitesses d'essai de nos navires sont très voisines de leurs vitesses en service courant, parce que nos essais sont faits loyalement, dans les lignes d'eau correspondant au chargement normal ; il n'en est pas de même à l'étranger, surtout en Angleterre, où il manque toujours des poids considérables à bord des navires au moment de leurs essais.

Les perfectionnements nombreux amenés dans les machines à vapeur et les chaudières par la recherche des grandes vitesses sont ensuite passés en revue.

On s'est trouvé finalement conduit à une augmentation considérable du déplacement ; on arrive aujourd'hui à 13.000 tonnes pour les cuirassés, 13.000 pour les croiseurs.

Puis, MM. Loir et de Caqueray traitent un sujet tout d'actualité : la navigation sous-marine. C'est le dernier moyen de combat que le siècle a vu entrer dans la pratique : c'est peut-être celui dont l'avenir est le plus grand. Les auteurs font l'histoire des sous-marins depuis les premières tentatives de Van Drebbelt, à Londres en 1620, en passant par la *Tortue* de Bushnell (1786), le *Nautilus* de Fulton (1800), jusqu'aux derniers types parus : le *Gymnote*, le *Gustave-Zédé*, le *Morse* et le *Narval* en France, le *Plunger* et le *Holland* aux Etats-Unis.

Ils font ressortir que les Anglais ont tout à perdre à la mise en pratique de la navigation sous-marine et qu'après l'avoir traitée dédaigneusement, ils ont reconnu, par l'organe même du premier lord de l'Amirauté, que le moment était venu de s'en préoccuper.

Les auteurs établissent enfin que l'emploi du sous-marin dans les guerres navales est légitime, ainsi que

l'a reconnu la Conférence de La Haye, à laquelle la question avait été posée par le tsar Nicolas II.

Ils parlent enfin de l'utilisation des navires de commerce en temps de guerre. La « course », supprimée en 1856 par le Traité de Paris, ne peut plus être faite que par des croiseurs de la marine de guerre, ou par des bâtiments du commerce transformés en croiseurs auxiliaires en temps de guerre. Les paquebots modernes, avec leurs énormes vitesses, seront les meilleurs corsaires. Leur prix élevé de construction et d'armement fait que leur nombre n'est pas très important. L'Angleterre, dans son immense flotte commerciale, n'a que 38 paquebots filant 18 nœuds et au delà. Il est à noter, d'ailleurs, que les deux paquebots les plus rapides actuellement à flot appartiennent à l'Allemagne: *le Deutschland* (23 nœuds), *le Kaiser Wilhelm* (22 nœuds 5).

Outre les bâtiments employés comme corsaires, d'autres seront utilisés comme transports de troupes, de charbon ou de matériel, comme bâtiments-hôpitaux, etc.

Le prix de revient des navires fait l'objet du chapitre VIII. Ce prix s'est naturellement élevé en même temps que la complication et le nombre des organes s'est accru. La comparaison donnée par les auteurs entre le *Redoubtable* (1874) et le *Masséna* (1894) est saisissante à ce point de vue.

Le kilogramme du navire armé, qui coûtait 0 fr. 76 en 1871, revenait à 1 fr. 66 en 1891 et atteint aujourd'hui 2 fr. à 2 fr. 20 pour les grands navires, en France. Tout est plus cher : les blindages en fer coûtaient 1 fr. le kilo, ceux en métal compound 1 fr. 80, ceux en acier 2 fr. 20, ceux en métal Harvey 2 fr. 40. Un canon de 27 centimètres, modèle 1866, valait 18.550 francs; un canon de 27 centimètres modèle 1893 en coûte 175.000.

Les frais d'entretien d'un matériel compliqué augmentent naturellement beaucoup aussi.

Tout ce chapitre, bourré de chiffres et de renseignements extrêmement intéressants, explique bien pourquoi le budget de la Marine a pu passer de 106 millions en 1872 à 292 millions en 1900 (troupes déduites).

Nous voyons ensuite qu'en Angleterre le kilogramme du navire armé ne coûte que 1 fr. 50. Cela tient surtout au prix des matériaux de construction. Pour la coque et le blindage, on a pour 60 francs, en Angleterre, ce qui en coûte 100 en France.

Les auteurs signalent enfin les réformes à apporter : industrialiser le mode de travail des arsenaux (ils constatent cependant que des progrès sensibles ont été réalisés de ce côté), diminuer les frais généraux excessifs, les frais d'administration, de surveillance, supprimer les nombreux services auxiliaires, enfin spécialiser les arsenaux, au lieu de conserver 5 arsenaux de plein exercice, ce que n'a pas l'Angleterre avec une marine triple de la nôtre.

Dans le dernier chapitre: « Regard sur l'avenir », les auteurs, après avoir résumé ce qui précède, constatent que tout le monde arrive aux grands tonnages et indiquent la composition probable des flottes qu'on va mettre partout en construction.

Tel est ce livre, qui vient au bon moment, alors que tout le monde, en France, après l'humiliation de Fachoda, a les yeux tournés vers les choses de la mer. Il défend notre Marine contre les attaques injustes et les critiques systématiques; mais aussi il n'hésite pas à signaler les points faibles et les réformes désirables. C'est l'œuvre de deux patriotes sincères et de deux esprits clairvoyants. Y Y Y.

2° Sciences physiques

Thomson (J.-J.), de la Société Royale de Londres. — **Les Décharges électriques dans les Gaz.** Traduction Française, avec notes, de M. LOUIS BARRILLON. Préface de M. Ch.-Ed. GUILLAUME. — 1 vol. in-8° de 172 pages avec 41 figures. (Prix 5 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1900.

L'étude des phénomènes électriques dans les gaz a pris depuis quelques années une extension considérable.

Les progrès réalisés dans cette branche de la Physique permettent d'entrevoir maintenant un lien entre des phénomènes en apparence fort différents, tels que les décharges électriques dans les tubes de Geissler ou de Crookes, la convection photo-électrique, la conductibilité acquise par les gaz sous l'influence des corps incandescents ou des rayons Röntgen, le phénomène de Zeemann, etc...

Les travaux de l'illustre physicien anglais J.-J. Thomson ont tout particulièrement contribué au progrès de cette question, et l'esprit de généralisation qui a présidé à ses recherches se retrouve dans son ouvrage.

Dès les premières pages, l'auteur nous met en présence de phénomènes bien faits pour conduire à l'idée moderne de l'ionisation des gaz, à savoir l'impossibilité absolue de communiquer une charge électrique à un gaz par simple contact, alors qu'au contraire, sous certaines influences (réactions chimiques, électrolyse, action de la lumière ultra-violette ou des rayons Röntgen), certaines particules de ce même gaz acquièrent une capacité électrique énorme et peuvent transporter des charges considérables.

La description du phénomène de la condensation des vapeurs par les gaz électrisés, et un long chapitre consacré à la conductance acquise par les gaz sous l'influence des rayons Röntgen, complètent cette première partie.

La seconde partie renferme l'exposé des principaux faits relatifs à l'action de la lumière ultra-violette sur les corps électrisés, et à l'électrisation des gaz par les métaux portés à l'incandescence, les flammes et les décharges électriques : elle se termine par l'étude des phénomènes d'électrolyse dans les gaz.

La troisième partie est exclusivement consacrée aux rayons cathodiques et aux rayons de Lénard. Elle renferme, résumé en cinquante pages, tout ce qu'il y a d'essentiel sur ce sujet.

L'extrême clarté de l'exposition rend particulièrement facile la lecture de cet ouvrage, et l'on ne peut guère lui reprocher que d'avoir paru deux ans trop tôt. Toutefois, M. Barbillon est allé au-devant de cette critique et, dans une série de notes substantielles, il met le lecteur au courant des progrès accomplis sur ces questions pendant ces dernières années.

P. VILLARD,
Docteur ès sciences.

Sambuc (Dr), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon. — **Précis de Chimie minérale.** — 1 vol. in-12 de 970 pages de la Bibliothèque de l'Étudiant en Pharmacie. (Prix cartonné: 10 fr.) J. Storek et C^o, éditeurs, 8, rue de la Méditerranée, Lyon, 1900.

L'ouvrage est divisé en trois parties : généralités, métalloïdes et métaux.

S'il faut louer l'auteur d'avoir voulu présenter les généralités sous une forme plus moderne que celle généralement adoptée dans les précis similaires, du moins peut-on regretter que certains chapitres, et particulièrement celui des équilibres chimiques, présentent quelques lacunes qui, cependant, étaient susceptibles d'être comblées en restant sur un terrain très élémentaire.

Dans ce chapitre, l'auteur, après avoir exposé l'analogie qui existe entre les phénomènes d'équilibre chimique et ceux d'équilibre mécanique, nous montre très nettement comment les variations de l'état d'équilibre d'un système avec la pression et la température peuvent être prévues qualitativement au moyen du théorème de Le Chatelier. Après ce début, on pouvait s'attendre à trouver quelques notions sur la partie quantitative du phénomène, tout au moins la loi des tensions fixes pour les systèmes monovariants. C'est en vain que nous l'avons cherchée. Sans doute, l'auteur aura craint que trop de développements sur ces questions délicates ne sortent un peu du cadre d'un Précis, mais il eût été préférable, à notre avis, de remplacer les quelques pages consacrées à la Stéréochimie, dont l'intérêt est discu-

table en Chimie minérale, par ces notions très importantes au point de vue de la dissociation et des transformations allotropiques. C'est une lacune que nous engageons l'auteur à combler dans la prochaine édition.

La monographie des éléments forme les deux dernières parties, métalloïdes et métaux, suivant la division généralement adoptée dans l'Enseignement. Dans chacune de ces parties, l'ordre suivi est celui de la classification de Mendelejeff. Si cet ordre est très convenable pour l'étude des métalloïdes, j'avoue, sans craindre d'être considéré par certains comme tant soit peu *viens jeu*, que, pour les métaux, cet ordre, au point de vue didactique, me paraît présenter plus d'inconvénients que d'avantages. Pour un étudiant de nos Ecoles de Médecine et de Pharmacie, qui doit surtout retenir de la Chimie le côté pratique, il est préférable de lui enseigner le cuivre à côté du plomb plutôt que de placer ce métal immédiatement après l'ammonium, et la classification de Thenard reste encore pour lui celle qui est le plus utile à connaître.

Mais, à part ces quelques réserves de détail, je dois dire que j'ai lu ce petit livre avec grand plaisir. Il est écrit avec clarté, il contient un grand nombre de faits que l'on considère à tort comme sans importance dans les ouvrages similaires; et, quant à la partie industrielle, elle est au courant des perfectionnements récemment introduits dans plusieurs branches de l'industrie chimique.

Ceux de nos étudiants qu'intéresse la Chimie minérale trouveront donc, dans ce livre, un guide aussi sûr que clair et précis.

H. GAUTIER,

Professeur de Chimie minérale
à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

Valeur (Amand), *Préparateur de Chimie au Collège de France*. — Contribution à l'étude thermochimique des quinones. Recherches sur la constitution des quinhydrones. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 106 pages. Gauthier-Villars, imprimeur, Paris, 1900.

L'auteur a su tirer de ses résultats thermochimiques des conclusions fort intéressantes; mais, de plus, il a, au cours de ses recherches, élucidé certains points d'ordre purement chimique.

Les conclusions auxquelles arrive M. Valeur peuvent se résumer ainsi :

La fonction paraquinone est caractérisée par le dégagement de chaleur qui accompagne la fixation de deux atomes d'hydrogène. Cette quantité de chaleur est bien plus considérable dans les paraquinones que dans les orthoquinones.

Dans ce dernier cas, les orthoquinones sont comparables aux cétones simples. La chaleur de réduction des paraquinones décroît quand on substitue, dans la molécule, du chlore à de l'hydrogène.

Le chloranile est comparable, au point de vue thermique, à un chlorure d'acide bibasique.

Au point de vue thermique, les quinone-oximes sont comparables aux nitrosophénols.

Outre ces recherches calorimétriques, l'auteur a été conduit à imaginer une nouvelle méthode de dosage des quinones et des quinhydrones, une méthode également nouvelle de dosage des halogènes dans les matières organiques. Enfin, il a abordé l'étude de la constitution des quinhydrones et il a montré que, parmi les différentes formules proposées, une seule convenait qui expliquait convenablement les réactions de ces composés.

G. BLANC,

Docteur ès sciences.

Villon (A.-M.) et **Guichard** (P.). — Dictionnaire de Chimie industrielle. T. III, fasc. 26-27. — Bernard-Tiquol, éditeur, Paris, 1900.

Ce fascicule comprend, notamment, les articles : *Linolement, Magnésium, Malt, Manganèse, Mélasses, Mercerisage, Mercure, Molybdène, Monazites, Mordants, Mortier, Naphtaline, Nickel, Nitrates, Noirs, Opium*, et le commencement de l'article sur l'Or.

3° Sciences naturelles

Chemin (O.), *Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, ancien Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées*. — De Paris aux Mines d'Or de l'Australie occidentale. — 1 vol. in-12 de 370 pages avec figures et cartes (Prix : 9 fr.). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1900.

Depuis les premiers temps romanesques et déjà lointains (il y a quelque cinq ou six ans) où l'Australie occidentale se révélait à nous par l'exhibition de minerais d'or extraordinaires provenant de mines plus ou moins réelles, et par le lancement à grand fracas de sociétés problématiques sous le patronage de nobles seigneurs anglais, le tassement ordinaire s'est fait, le pays est passé peu à peu de la phase spéculative à la phase industrielle, et, malgré l'irrégularité trop générale des filons de cette contrée, qui ne permet pas de prévisions assurées, la production s'est élevée d'année en année jusqu'à un chiffre important (27 millions en 1896, 60 en 1897, 100 en 1898, 156 en 1899 et, d'après les résultats des neuf premiers mois seulement, 143 en 1900). En même temps, de nombreux ingénieurs et savants ont visité la Western Australia et nous l'ont fait connaître scientifiquement. Il nous suffira de citer, en première ligne, l'ouvrage allemand de M. Schmeisser, qui avait antérieurement étudié le Transvaal et qui, à la suite d'un voyage en Australie fait en 1893, concluait à peu près ainsi pour le champ d'or de Coolgardie : « Sur 500 mines ouvertes, 450 ne valent rien, 40 sont douteuses, 10 sont excellentes; mais il y en a tant de filouteries, de trompe l'œil et de mensonges que le public ne peut les reconnaître » : réflexion pessimiste, qui s'est trouvée très juste, puisqu'en somme, pour quelques mines productives, comme Golden Horseshoe, Great Boulder, Ivanhoe, Lake Wiew, Hannans Brownhill, Sons of Gwalis, etc., un trop grand nombre d'autres n'ont jamais rien donné.

Deux ans après, en 1897, M. Gascuel a parcouru les mêmes régions, et les résultats fort intéressants de son étude ont été publiés dans les *Annales des Mines* de février 1899, en même temps qu'une collection d'échantillons à l'appui était déposée à l'École des Mines. Une bonne monographie géologique de Coolgardie, due à M. Van Oldruitenborgh, a paru à Liège en 1897. MM. Göczel et Woodward, géologues du Gouvernement de Western Australia, ont publié chaque année une série de Mémoires. Enfin, le nouvel ouvrage de M. Chemin, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, résultat d'un voyage fait vers la même époque que celui de M. Gascuel, vient apporter un utile complément à cette bibliographie, qu'il serait facile d'étendre, et nous présenter une image, pittoresque aussi bien que scientifique, de l'Australie occidentale, avec des détails très complets sur l'ensemble de ses richesses minérales, de nombreuses vues photographiques et des cartes géologiques. L'auteur a passé une année entière en Westralie, et, parfaitement compétent, il a pu étudier en détail l'ensemble du pays, dont il donne une description méthodique et très complète.

On sait que les champs d'or de Coolgardie et Kalgoorlie, dont les centres principaux sont Coolgardie et Kalgoorlie, puis Menzies, Dundas, etc., ont été découverts depuis 1892, au milieu d'un désert, que la présence de l'or a fait rapidement peupler et que relie aujourd'hui un chemin de fer de 600 kilomètres au port de Perth, sur l'océan Indien. C'est un pays presque absolument plat (à 350 mètres au-dessus de la mer), extrêmement sec, très chaud, mais assez salubre. Les caractères topographiques et climatiques du pays font que les observations géologiques y sont très difficiles. Si l'on ajoute à cela que, jusqu'à 30 ou 50 mètres de profondeur, on rencontre, presque toujours, en raison de la pénétration facile des pluies dans ces terrains arides, une zone altérée, oxydée, où les roches sont méconnaissables (particulièrement au voisinage des gisements d'or, dont les pyrites

sulfatisées ont accentué cette décomposition), et que les travaux de mine ont été maintenus de préférence, jusqu'à ces derniers temps, dans cette zone supérieure toujours plus favorable au rendement¹, on s'expliquera comment les problèmes géologiques relatifs aux champs d'or de Coolgardie sont encore loin d'être tranchés. Pour ces questions géologiques, M. Chemin partage généralement les opinions de Van Oldruijtenborgh, auquel nous devons un essai de carte géologique de l'Australie occidentale, forcément très hypothétique, vu les difficultés d'observation que je viens de rappeler, mais néanmoins exact sans doute dans ses grandes lignes.

La Western Australia paraît être constituée par des terrains cristallophylliens alignés NNE—SSO, avec intercalations de dômes granitiques et de très nombreuses roches vertes, diorites, amphibolites, serpentines, diabases, etc., c'est-à-dire par un ensemble analogue à celui du Plateau Central ou de la Bohême. Parallèlement aux plissements, et de préférence dans la diorite ou les schistes amphiboliques, parfois à leur contact avec le gneiss, on y peut observer des zones aurifères, souvent broyées, schistifiées, traversées par des veines quartzieuses secondaires et chargées, en même temps, de sulfures métalliques, qui pourraient faire penser aux *fahlbandes* de Norvège, aux *Brandes* des Alpes autrichiennes ou du Valais et dont quelques-unes, qualifiées en Australie de *lodes* ou de *formations*, ont donné certains des gisements aurifères les plus riches de Kalgoorlie. Si l'assimilation que l'on a proposée avec les *fahlbandes* (ou, plus généralement, avec les zones amphiboliques pyriteuses d'autres pays), était exacte, on pourrait remarquer que certaines de ces *fahlbandes*, soit dans les Alpes, soit à Kongsberg, en Norvège, se sont trouvées également aurifères; que, d'après M. Bernard, l'or du Carsevenne, dans le Contesté Franco-Brésilien, se rencontre de même dans des zones d'amphibolites ou de diorites au milieu des gneiss, et enfin que, d'après M. Levat, les zones aurifères ayant alimenté les placers de la Zeya, en Sibirie orientale, sont elles aussi interstratifiées dans les terrains cristallophylliens: c'est-à-dire que, pour une raison ou une autre, il paraît exister, dans divers pays, au milieu des gneiss et mica-chistes, des zones aurifères, dont la teneur en or n'aurait pas, à proprement parler, une origine filonienne. MM. Van Oldruijtenborgh et Chemin ont combattu cette assimilation des *formations* de la Western Australia avec les *fahlbandes*, considérées elles-mêmes par eux (ce qui est peu vraisemblable) comme de simples stockwerksson, failles minéralisées par des eaux thermales, en s'appuyant surtout sur cette observation que divers *lodes* de la Western Australia contiennent des roches éruptives, telles que porphyres syénitiques, porphyres, trachytes et andésites(?), différentes et indépendantes des roches encaissantes et sur ce qu'il existe, au voisinage, des veines latérales d'oligiste manganésifère (où je serais beaucoup plutôt porté à voir un phénomène secondaire qu'un produit d'émanation directe sorti de ces roches éruptives, ainsi qu'ils l'ont supposé). Peut-être une théorie des *fahlbandes* différente de la leur, théorie qu'il serait trop long d'exposer ici, permettrait-elle de retenir ce rapprochement, tout en admettant, avec ces deux savants, que l'origine première de l'or a pu être, dans nombre de cas, une inclusion sous forme de pyrite, mispickel, ou tellurure aurifère, dans les roches basiques et magnésiennes.

Quoi qu'il en soit, il est à noter que rien ne distingue à l'œil les parties aurifères des *lodes* des parties stériles, bien que l'or, dans la zone intacte en profondeur, soit accompagné, comme dans tant d'autres gisements, par des pyrites, mispickels et tellurures.

À côté de ce type un peu exceptionnel de Kalgoorlie, il existe, à Coolgardie, des filons de quartz aurifère de deux genres: les uns, qui ont donné lieu au « lancement »

de la Bailey's Reward ou de la Londonderry, formés de quartz laiteux et opaque stérile, avec des poches restreintes d'une extraordinaire richesse; les autres, de quartz translucide à éclat gras, à teneur plus régulière. Ces filons renferment, en profondeur, divers sulfures, pyrite, chalcopyrite, mispickel, galène et blende. Dans les monts Dockrell du Goldfield de Kimberley, on a trouvé de la galène à or libre. Dans le Murchison, la présence de la blende accompagnant l'or est considérée par les mineurs comme un signe de richesse. Dans le goldfield de Pilbana, on a trouvé (comme dans le Murchison Range, au Transvaal) des stibines à cristaux d'or, les filons d'or, dans cette région, étant souvent accompagnés de calcite.

M. Chemin décrit en détail tous ces gisements et accompagne son étude scientifique de considérations économiques sur les conditions d'exploitation, le rendement, l'avenir des divers goldfields. Je me contente de signaler ici ce côté, qui n'est pas le moins important, de son livre. À ses descriptions géologiques, j'emprunterai seulement encore, pour terminer, ce fait curieux, qu'à Nullagine, dans le district de Pilbana, on aurait trouvé quelques diamants en broyant des conglomérats aurifères, qui ne sont eux-mêmes autre chose que des alluvions consolidées. Même rencontre a été signalée dans la partie ouest du Witwatersrand Trausvaalien; elle correspond à une association relativement fréquente du diamant et de l'or dans les alluvions, qui avait déjà été signalée dans l'Oural et à Bornéo, et qui, si elle n'est pas un simple effet de la préparation mécanique effectuée dans l'alluvionnement sur des roches très diverses, pourrait contribuer à éclairer sur l'origine de certains diamants: origine, qui n'est pas nécessairement partout la même que dans les gisements du Cap, les météorites, les fers natifs, les aciers et les belles expériences synthétiques de M. Moissan.

L. DE LAUNAY,
Professeur à l'École Supérieure des Mines.

Convert (F.), Professeur d'Économie rurale à l'Institut national agronomique. — L'Industrie agricole. — 1 vol. in-16 de 444 pages. (Prix cartonné: 5 fr.) (J.-B. Baillièrre et fils, éditeurs. Paris, 1901.)

Il y a toujours une certaine hardiesse à modifier le titre sous lequel on est habitué à désigner une science, et à baptiser celle-ci d'un nouveau nom, même quand il répond mieux que le premier à la nouvelle direction que cette science a su prendre.

M. Convert, professeur à l'Institut national agronomique, vient de publier une remarquable étude d'économie rurale, qu'il a intitulée: « L'industrie agricole ». Ce titre, jusqu'ici, était réservé à l'ensemble des opérations qui permettent de transformer, à la ferme ou à l'usine que celle-ci alimente, les produits du sol en produits manufacturés. Il nous semble donc utile de faire l'inventaire des documents que renferme le livre de M. Convert et de rechercher les raisons qui l'ont amené à choisir le titre sous lequel ils sont réunis.

Après avoir défini avec beaucoup de soin le territoire agricole, la répartition, sur ce territoire, de la grande et de la petite propriété, établi la valeur de la propriété foncière, du bétail et du matériel d'exploitation, M. Convert passe en revue les conditions techniques et économiques qui régissent la production et le commerce des denrées agricoles, des céréales, des pommes de terre, des betteraves, des raisins, des plantes textiles et oléagineuses, du bétail et de ses produits.

C'est là, comme nous le disions plus haut, une étude d'Économie rurale, et M. Convert, en lui donnant un titre un peu inattendu, a sans doute voulu montrer l'étape considérable que l'agriculture a franchie. Les premiers écrivains qui ont entrepris de professer l'agriculture, Caton, Columelle, Varron, la désignaient du terme vague de *res rustica*; l'agriculture était la vie aux champs, que le *Théâtre de l'Agriculture* d'Olivier de Serres nous apprendait à contempler. L'agriculture était un métier, une pratique, presque un usage. Aujourd'hui, l'agriculture est une industrie: elle utilise

¹ La fin de ces minerais oxydés, au moment où nous écrivons, peut marquer une phase critique dans le développement industriel de la région.

d'une façon rationnelle le sol, l'atmosphère, les engrais, qui sont ses matières premières, elle en retire des produits manufacturés; elle a son outillage et sa machinerie, sa comptabilité, ses établissements de crédit, son organisation syndicale, ses relations avec les marchés intérieurs et extérieurs.

Or, l'étude d'une industrie ne comporte pas seulement des renseignements techniques, elle précise aussi les conditions économiques propres à assurer son développement. L'esprit du livre justifie donc son titre.

L. LINDET,
Professeur à l'Institut National Agronomique.

Bonnier (J.) — Contribution à l'étude des Epicarides. Les Bopyridæ. (*Travaux de la Station Zoologique de Wimereux*). — 1 vol. in-4° avec 41 planches. P. Klincksieck, éditeur. Paris, 1900.

M. J. Bonnier vient de publier une suite aux belles études de M. A. Giard et de lui-même sur les Epicarides; ce second volume traite des Isopodes parasites branchiaux des Crustacés Décapodes, formant le groupe des *Bopyridæ*. Cette monographie, aussi remarquable par la précision des descriptions et des figures que par l'intérêt général des résultats, porte sur environ 80 espèces de Bopyrides, réparties en 23 genres distincts. Le volume contient, en outre, deux chapitres généraux, l'un sur l'éthologie des Epicarides, et l'autre sur la taxonomie du groupe; tous les curieux de Biologie générale liront ces deux chapitres, pleins d'aperçus suggestifs et écrits de main de maître.

Dans leur développement, les Bopyrides passent par trois stades successifs: 1° le stade *epicaridien*, où la larve quitte la cavité incubatrice de la femelle; 2° le stade *cryptoniscien*, durant lequel la larve mène la vie pélagique et cherche l'hôte sur lequel elle doit se fixer; et enfin 3° la phase adulte ou stade *bopyrien*, où l'animal prend sa forme aplatie caractéristique. Tous les Epicarides, Bopyrides compris, paraissent être des hermaphrodites protandriques, c'est-à-dire que la larve cryptoniscienne possède des testicules qui s'atrophient lorsqu'apparaissent les ovaires; les Bopyrides se comportent un peu spécialement à cet égard: dès que la larve munie de testicules est fixée et absorbe la nourriture abondante que lui fournit son hôte, la métamorphose s'accomplit, et, sans peut-être que les testicules aient jamais fonctionné, les ovaires se développent, ainsi que la cavité incubatrice. Aussitôt que cette larve a évolué en femelle définitive, elle est rejointe par d'autres larves cryptonisciennes: une seule d'entre elles se fixe sur la femelle; ses testicules deviennent fonctionnels, et elle devient un mâle définitif, de taille très minime, qui n'acquerra jamais d'ovaires. L'hermaphrodisme n'existerait donc que dans un seul sexe.

MM. Giard et Bonnier ont constaté depuis longtemps que les diverses familles d'Epicarides sont toujours adaptées à une famille très nette d'hôtes: les Epicarides des Amphipodes ne se trouvent pas sur les Schizopodes, ceux des Rhizocéphales n'infestent pas les Cirripèdes sessiles, etc. Enfin, il est inliniment probable, contrairement aux opinions de Sars et d'Hansen, que chaque espèce d'Epicaride n'infeste qu'une seule espèce d'hôte, phénomène du reste assez habituel pour les parasites internes ou semi-internes.

L. CUÉNOT,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Brunschvicg (Léon), Docteur ès lettres, Professeur agrégé de Philosophie au Lycée de Rouen. — Introduction à la Vie de l'Esprit. — 1 vol. in-12 de 175 pages de la Bibliothèque de Philosophie contemporaine. (Prix: 2 fr. 50.) Félix Alcan, éditeur. Paris, 1900.

Cet ouvrage échappe, par son objet, à la compétence de la *Revue*. Nous le signalons cependant, en raison du lien qui rattache à la Science positive la spéculation philosophique. L'auteur l'a écrit pour le grand public, qu'il voudrait amener à réfléchir sur les hautes questions de l'esprit et à s'associer de plus en plus au progrès intensif de la vie scientifique, esthétique et morale.

4° Sciences médicales

Barié (Ernest), Médecin de l'hôpital Laënnec. — Traité pratique des maladies du Cœur et de l'Aorte (avec une préface de feu POTAIN, membre de l'Institut). — 1 vol. in-8° de 984 pages avec figures. J. Ruell, éditeur, 106, Paris, 1900.

M. le Dr Barié, médecin de l'hôpital Laënnec, publie, sous le titre de *Traité pratique des Maladies du Cœur et de l'Aorte*, un livre qui se recommande à l'attention du monde médical par son esprit et par sa forme.

Les nombreux et importants travaux de l'auteur sur la sémiologie et la pathologie du cœur ont toujours été marqués au coin de la probité spécifique et de la réserve professionnelle les plus dignes, et il en donne ici une preuve nouvelle, qui pourrait servir d'exemple, en omettant, par une discrétion très louable, tout ce qui pourrait ressembler à une apologie personnelle. C'est continuer d'une façon très heureuse, en fait de pathologie cardiaque, la grande tradition médicale de Bouillaud et du Professeur Potain. Elève de ce dernier maître, le Dr Barié a appris de lui à joindre à un labeur opiniâtre le mérite de n'en point faire parade.

La première partie du *Traité* de M. Barié est consacrée à l'étude de la sémiologie cardiaque, c'est-à-dire à l'exposé des signes principaux des affections du cœur et des moyens que nous possédons de les reconnaître. Dans les ouvrages de ce genre, un pareil exposé est nécessaire; il permet aux débutants de s'orienter avec moins de peine dans une étude particulièrement difficile, il nous permet aussi de connaître la méthode qui a guidé l'auteur et qui légitime ses assertions. Cela est plus indispensable encore quand il s'agit de pathologie cardiaque, sujet que trop d'auteurs se sont plu à obscurcir. La précision, a netteté et la concision de l'exposé préliminaire de M. Barié remettent heureusement la question à son jour véritable. Nous signalerons, notamment, la très concluante étude de l'auteur relative aux souffles cardio-pulmonaires, à leur légitimité, à leur diagnostic différentiel, tels qu'ils résultent des travaux du très regretté Professeur Potain.

La plus grande partie de l'ouvrage est naturellement consacrée à l'examen des diverses affections du cœur, aiguës et chroniques, qui peuvent atteindre le péricarde, les appareils valvulaires, le myocarde, avec leurs causes, les lésions qu'elles provoquent et les complications variées qui les accompagnent trop fréquemment. Ici, l'anatomo-pathologiste cède presque toujours le pas au clinicien, c'est-à-dire que M. Barié, préoccupé de faire œuvre utile, a laissé de côté les discussions théoriques qu'ont soulevées les travaux de divers auteurs, au sujet de l'évolution anatomique des lésions du cœur. Les débutants n'auront qu'à y gagner, mais ceux pour qui ces questions offrent encore un vif intérêt, auraient peut-être eu grand profit à connaître d'une façon plus péremptoire l'opinion personnelle de l'auteur. Sa compétence nous est un sûr garant de l'avantage que notre instruction en aurait tiré.

Nous ne louerons pas M. Barié de la forme sous laquelle se présente son livre, de la clarté de son exposition. Ce sont là des qualités que nous nous attendions à trouver, mais nous le remercions beaucoup de l'ingénieuse idée qu'il a eue de présenter, à la fin de chaque chapitre, un résumé récapitulatif des données qu'il contient; « c'est, comme le dit Potain, dans la préface qu'il a faite à cet ouvrage, une sorte de manuel annexé au livre, et ce serait fort à souhaiter que les manuels, toujours associés de la sorte, fussent ainsi un moyen de se souvenir méthodiquement non une façon d'apprendre insuffisamment ». En résumé donc, l'ouvrage de M. le Dr Barié, est indispensable à qui veut avoir une connaissance exacte des affections du cœur. Il fait honneur à l'auteur et à la science médicale française.

Dr H. VAQUEZ,
Professeur agrégé,
Médecin des Hôpitaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 Décembre 1900.

L'Académie présente, à M. le Ministre de l'Instruction publique, la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes: 1^o M. le vice-amiral Fournier; 2^o M. Félix Arago. — M. Dede-kind est élu Correspondant pour la Section de Géométrie. — M. Strasburger est élu Correspondant pour la Section de Botanique.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Bassot annonce que le Parlement français a voté la loi ordonnant la révision de l'arc de méridien de Quito. L'exécution des opérations est confiée au Service géographique de l'Armée et aura lieu conformément aux desiderata du Rapport de M. Poincaré. — M. H. Andoyer indique quelques corrections nouvelles à apporter à la valeur de la longitude de la Lune donnée par Delaunay; elles se rapportent aux coefficients du huitième et du neuvième ordre. — M. Pierre Weiss présente un nouveau cercle à calcul qui permet d'effectuer simplement les multiplications et les divisions par le déplacement de deux aiguilles sur une échelle logarithmique.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Brillouin montre que les actions mesurées par les appareils de M. de Eotvos dans les caves d'un bâtiment irrégulier peuvent avoir joué un rôle comme causes d'erreurs dans l'emploi de la balance de Cavendish pour la mesure de la constante de la gravitation; il a pu en être de même pour la balance de M. Boys. Toutefois, la perturbation a probablement été toujours assez faible. — MM. Popoff et Ducretet ont remarqué qu'en introduisant un téléphone dans le circuit d'un radio-conducteur et d'une pile, on peut recevoir les signaux hertziens émis à grande distance. Ils ont fait des expériences entre deux stations distantes de 500 mètres et ils ont perçu des signaux au poste radio-téléphonique dans des conditions où le poste ordinaire avec relais et décodeur ne donnait rien. — M. A. B. Chauveau a représenté la variation diurne de l'électricité atmosphérique au Bureau central météorologique et à la Tour Eiffel par la superposition d'ondes sinusoïdales. Les valeurs des coefficients, données par la formule de Fourier, mettent bien en évidence la séparation des deux régimes d'hiver et d'été. — M. Lémeray est arrivé théoriquement à la loi suivante: Des volumes égaux de métaux simples au zéro absolu sont encore égaux entre eux aux points de fusion respectifs. Si l'on construit un graphique en portant en abscisses les coefficients de dilatation linéaire λ et en ordonnées les températures absolues de fusions T , les points obtenus se rapprochent de l'hyperbole $\lambda T = 0,02$. — M. Armand Gautier signale que, dans l'action des acides minéraux sur le granit en poudre, le dégagement d'hydrogène gazeux est moins élevé qu'il ne l'avait indiqué précédemment. — MM. C. Chabrié et E. Rengade ont obtenu des aluns d'indium avec le césium et le rubidium. Ce fait rapproche l'indium des métaux capables de donner des sesquioxydes, et la propriété de son hydrate d'être soluble dans les alcalis le rapproche plus de l'aluminium que du fer. Toutefois l'acétylacétate d'indium, nettement cristallisé, n'est pas volatil et ne peut servir à déterminer son atomicité; ce dernier fait rapproche l'indium du fer et l'éloigne de l'aluminium, dont l'acétylacétate est volatil sans décomposition. — M. Oechsner de Coninck a déterminé les densités de quelques solutions de nitrate d'uranium dans l'alcool méthylique et dans l'acide acétique, et il a examiné la stabilité, vis-à-vis de la lumière solaire diffuse, des principales solutions du même sel. — M. T. Klöbb a

étudié la forme cristalline du chlorosulfate lutécocobaltique $(Co_6AzH^3) SO_3 \cdot Cl + 3 H_2O$ et de son isomère le chloroséléniate. La forme primitive est un prisme rhombique très voisin du prisme droit à base carrée; l'angle mm est de $90^{\circ}5'$. Les faces observées sont: 001, 110, 101, 011, 201, 223. — M. G. Flusin a étudié l'osmose de divers liquides organiques à travers une membrane de vessie de porc. Les vitesses d'osmose varient avec les capacités d'absorption de la membrane; la différence d'affinité de la membrane pour les deux liquides avec lesquels elle est en contact semble déterminer le sens et l'intensité de l'osmose. — M. F. Garrigou a constaté que la méthode de traitement des eaux minérales à la source par l'hydrate de baryte met en évidence l'existence de matières organiques variées: grasses, alcaloïdiques, acides et indifférentes, qui restent en solution ou sont précipitées à l'état de sels barytiques insolubles. — M. J. Wolff a reconnu que de l'alcool méthylique se forme dans la fermentation du jus de divers fruits: cassis, prunes, quetsch, mirabelles, cerises, pommes, raisin blanc et noir (pour ce dernier surtout lorsque le jus fermente en présence de la rafle).

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Ch. Riehet appelle *mysosérum* ou *sérum musculaire* le liquide rouge, riche en matières protéiques, obtenu par compression de la chair musculaire au moyen d'une forte presse. Ingéré à dose suffisante par les chiens, il les guérit définitivement de la tuberculose inoculée. Par contre, injecté dans la veine ou sous la peau, il se montre extrêmement toxique. — M. L. Camus a reconnu que l'injection intra-veineuse de lait de chienne chez le chien peut produire dans un certain nombre de cas l'apparition de substances anticoagulantes dans le sang, comme après les injections de lait de vache. Le phénomène n'est pas constant, car le chien est peu sensible, mais il est absolument hors de doute. — MM. J. Sabrazès et L. Muratet ont fait l'étude des liquides séreux contenus normalement dans la plèvre et le péritoine du bœuf et de quelques animaux domestiques. Il y a une sorte de concentration des éléments leucocytaires: les polynucléés neutrophiles et éosinophiles s'y trouvent accumulés en grand nombre, et ils sont associés à des lymphocytes et à des macrophages de diverses provenances. — M. G. Bonnier recherche l'origine du méristème vasculaire dans la feuille et compare sa différenciation avec celle des tissus analogues qui se rencontrent dans la tige. Le limbe aplati de la feuille est exposé à la lumière par sa face supérieure et à l'ombre par sa face inférieure. La face exposée à la lumière devient la plus riche en chlorophylle; c'est de ce côté que se feront surtout l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. Lorsque la feuille devient vasculaire, c'est vers la face supérieure, là où un excès d'eau est nécessaire pour les fonctions chlorophylliennes, qu'on voit se former les vaisseaux du bois; les pôles libériens se forment à l'opposé. Les feuilles demeurant cohérentes entre elles par leurs bases dont l'ensemble constitue la tige, les faisceaux viennent s'y réunir, et alors, dans la tige, le bois se trouve vers l'intérieur et le liber vers l'extérieur. — M. Léon Flot montre qu'entre la feuille et la tige, d'une part, entre le bourgeon, la feuille et la tige, d'autre part, chaque tissu est continu, et que cette continuité doit être étendue au méristème vasculaire et même à la moelle.

Séance du 7 Janvier 1901.

M. Maurice Lévy, président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle dirige. — M. F. Fouqué, vice-président en 1900,

devient président en 1901. — M. Bouquet de la Grye est élu vice-président pour 1901. — MM. Bornet et M. Lévy sont nommés membres de la Commission centrale administrative pour 1901. — M. le Président annonce à l'Académie la mort de M. P. Potiau, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Rambaud et Sy communiquent leurs observations de la comète 1900 c (Giacobini) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. P. Choffardet adresse ses observations de la même comète faites à l'Observatoire de Besançon. — M. Emile Picard énonce le théorème suivant relatif aux surfaces f n'ayant d'autres singularités qu'une ligne double avec points triples: On peut, sur la surface f , trouver un certain nombre λ de courbes algébriques irréductibles, telles qu'il n'existe pas d'intégrale de troisième espèce ayant seulement comme lignes logarithmiques toutes ces courbes ou quelques-unes d'entre elles, mais telles qu'il existe une intégrale de troisième espèce n'ayant d'autres lignes logarithmiques qu'une $\lambda + 1$ ^{me} courbe irréductible prise arbitrairement sur la surface et la totalité ou une partie des λ premières. — M. H. Minkowski démontre que, parmi tous les corps convexes ayant une surface de même grandeur, la sphère a: 1^o le plus grand produit du volume et de la courbure moyenne, et 2^o la plus petite courbure moyenne, d'où résulte qu'elle a le plus grand volume. D'autre part, si un corps convexe de volume égal à 1 n'est pas un cube avec des faces parallèles aux plans des coordonnées, la moyenne arithmétique des aires de ses trois projections sur les plans des coordonnées est toujours > 1 . — M. L. Schlesinger démontre qu'étant donnée une équation linéaire à coefficients rationnels à points d'indétermination n'appartenant pas à la classe de M. Fuchs, on peut trouver une équation appartenant à cette classe et liée à la première par une relation dont les coefficients sont des fonctions uniformes en x , satisfaisant à un système d'équations différentielles linéaires homogènes à coefficients rationnels. — M. S. Zaremba communique quelques recherches sur la théorie des équations de la Physique mathématique. — M. H. Duport fait connaître une conséquence du théorème des forces vives relative aux actions mutuelles des atomes.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Th. Moureaux indique la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1902, dans les stations de Perpignan, Nice, Parc Saint-Maur et Val-Joyeux (Seine-et-Oise). Cette dernière station a été créée pour y continuer les études entreprises au Parc Saint-Maur, où les observations sont troublées par les nouveaux réseaux de tramways électriques. — M. Ed. Defacqz, en fondant le phosphore de cuivre avec le biphosphure de tungstène, a obtenu, vers 1200°, un nouveau phosphore cristallisé, facile à isoler, de formule $Tu P$; sa densité est de 8,3. — M. G.-F. Jaubert établit les deux propriétés suivantes du bioxyde de sodium: 1^o Il n'est pas d'un blanc pur (comme l'indique le dictionnaire de Wurtz), mais il est franchement jaune clair; 2^o Il ne tombe pas en déliquescence à l'air; de jaune clair, il devient simplement blanc en se transformant en carbonate. — MM. C. Matignon et M. Délépine ont préparé à partir du thorium l'hydrure et l'azoture de ce métal, en le chauffant respectivement dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote. L'analyse des produits obtenus indique pour l'hydrure la composition ThH^2 et pour l'azoture la composition Th^2Az^2 . — M. E.-E. Blaise a étudié l'action des nitriles, du cyanogène et des éthers isocyaniques sur les dérivés organométalliques; il est arrivé ainsi à de nouvelles méthodes de synthèse pour les cétones, les éthers β -cétoniques et les acides, peut-être aussi pour les éthers α -cétoniques et les acides bitasiques. — M. G. Favrea a observé que les chlorures diazoïques réagissent sur la méthyl ou l'éthylacétylacétone avec élimination d'une molécule d'acide acétique et formation d'une hydrazone, par suite de l'union du diazoïque avec ce qui reste de l'acétylacétone et transposition moléculaire consécutive.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. G. Saint-Rémy a étudié le développement embryonnaire du *Tenia serrata* Goetze. Il a observé des stades plus jeunes que ceux décrits par Van Beneden. — M. Maurice Lugeon a trouvé la racine d'une des écaïlles préalpines, l'écaïlle inférieure de la zone interne: c'est la tête anticlinale, extrêmement laminée, d'un pli qui vient de la vallée du Rhône. Cette découverte est une preuve en faveur de l'hypothèse du charriage des Préalpes.

L. BRUNET.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Janvier 1901.

La Société procède au renouvellement de son bureau pour 1901, qui est ainsi constitué:

Président : M. H. Pellat;
Vice-président : M. H. Poincaré;
Secrétaire général : M. Abraham;
Vice-secrétaire : M. R. Dongier;
Trésorier : M. de la Touanne.

M. Cotton présente le nouveau cercle à calculs de M. Pierre Weiss. Cet instrument ne permet de faire que des multiplications et des divisions, mais il est d'une simplicité remarquable. Il comporte une seule graduation logarithmique, gravée sur métal, suivant une circonférence de 16 centimètres de diamètre (fig. 1).

Sur cette graduation se trouvent deux aiguilles, l'indicatrice et la multiplicatrice. L'indicatrice entraîne toujours dans son mouvement la multiplicatrice; celle-ci, au contraire, peut se mouvoir seule, sans déplacer l'indicatrice. Pour faire un produit $a \times b$, on met l'indicatrice sur l'un des facteurs a , et la multiplicatrice, en la faisant mouvoir seule, sur la division 1. Puis on les fait tourner solidaires jusqu'à ce que la multiplicatrice soit en b ; l'indicatrice se trouve alors en $a \times b$. La preuve est évidente, l'espace qui sépare la division 1 du produit ab étant égal à la somme des logarithmes de a et de b . On peut, sans lire ce premier produit, le multiplier immédiatement par un troisième facteur c en ramenant la multiplicatrice seule en 1, puis en faisant tourner tout le système jusqu'à ce que la multiplicatrice soit en c . Pour diviser 1 par m , on place l'indicatrice en 1 et la multiplicatrice en m , et l'on fait tourner les deux aiguilles d'un mouvement solidaire jusqu'à ce que la multiplicatrice soit en 1; l'indicatrice

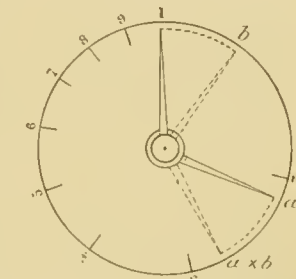


Fig. 1. — Schéma du cercle à calculs de M. P. Weiss.

donne alors le quotient $\frac{1}{m}$. On voit que la position 1 intervient dans toutes ces opérations. On évite le pointé de cette position au moyen d'un butoir facultatif, qui entre en jeu ou est supprimé par un mouvement à ressort. Cet appareil, qui a été construit par M. E. Werlein, permet en somme de faire un nombre quelconque de multiplications et de divisions sans que la précision et la rapidité des opérations soient diminuées par la lecture d'un résultat intermédiaire. On obtient très facilement une précision de 1/2000, même dans les opérations compliquées. — M. E. Bouty entretient la Société de ses dernières recherches sur la cohésion diélectrique des gaz, recherches qu'il a déjà exposées en partie ici-même¹. Il insiste sur la généralité de

¹ E. Bouty: Les gaz envisagés comme diélectriques, dans la Revue du 15 janvier 1901 (voir spécialement pages 38, 39 et 40).

l'existence du champ critique, au-dessous duquel le gaz se comporte comme un isolant, et au-dessus duquel il livre brusquement passage à l'électricité. Le phénomène s'est vérifié pour tous les corps étudiés : air, acide carbonique, hydrogène, vapeurs d'alcool, d'éther, de benzine, de sulfure de carbone, même pour la vapeur d'eau. Le champ critique varie avec la pression des gaz; aux pressions élevées (de 2 ou 3 millimètres jusqu'à 60 millimètres de Hg), le champ critique croît linéairement avec la pression, et le phénomène peut être représenté par l'équation $y = a + bp$. Or, et c'est là une analogie remarquable, M. Max Wolf, étudiant l'influence de la pression des gaz sur la différence de potentiel nécessaire pour faire jaillir l'étincelle entre deux électrodes métalliques placées dans ces gaz, est arrivé à représenter le phénomène par une équation semblable. On peut comparer les valeurs de a et de b dans les deux cas, et l'on constate, pour l'hydrogène par exemple, que b est presque identique tandis que a est de 40 à 45 fois plus petit dans le cas de M. Bouty que dans celui de M. Wolf. Il est probable que le coefficient b est lié à la nature du gaz, tandis que a dépend des électrodes; on comprend que ce dernier soit très élevé dans les expériences de M. Wolf, les électrodes jouant un rôle très actif dans le passage des étincelles, tandis que, dans les expériences de M. Bouty, les parois de verre du récipient ont un rôle tout à fait secondaire. Aux faibles pressions (inférieures de 2 millimètres de Hg), la valeur du champ critique décroît progressivement, passe par un minimum, puis remonte brusquement à un nombre élevé. M. Bouty a cherché à représenter l'ensemble du phénomène par une seule fonction, et il est arrivé après de nombreux tâtonnements à l'équation :

$$y = a + b\sqrt{p(p+k)} + \frac{c}{p^2}$$

qui donne des résultats remarquablement concordants pour tous les gaz étudiés. — M. Bouty résume ensuite les expériences très intéressantes d'un architecte américain, M. W.-C. Sabine, sur l'acoustique des salles. Lorsqu'un son est émis dans une salle, un auditeur reçoit à la fois l'onde directe et les ondes réfléchies par les parois. Les parois accroissent donc l'intensité dans une mesure qui dépend en grande partie de leur pouvoir absorbant. Pour déterminer ce pouvoir absorbant, M. Sabine a recours à la méthode suivante : Dans une grande salle garnie de sièges en bois, on installe un tuyau d'orgue, actionné par une soufflerie à eau silencieuse, et on lui fait donner un son assez intense. Si l'on interrompt brusquement ce son, on constate que la sensation sonore ne cesse pas instantanément dans toute la salle; à cause des réflexions répétées des ondes sur les parois, un auditeur continue à percevoir le son pendant un temps qui peut varier de 2 à 10 secondes suivant les salles. L'auteur a constaté expérimentalement que la durée de ce son résiduel est la même en quelque point de la salle que l'on se place; c'est une constante caractéristique de chaque salle. Si l'on garnit un certain nombre de sièges en bois d'une longueur déterminée de coussins en crin, on constate que la durée du son résiduel diminue par suite de l'absorption plus grande par les coussins des ondes sonores; la diminution est la même quel que soit l'endroit de la salle où l'on ait placé les coussins. Si l'on augmente la longueur des coussins, on constate une nouvelle diminution de la durée du son; l'auteur a reconnu que le phénomène pouvait être représenté par une loi hyperbolique, ayant, pour la salle considérée, la forme :

$$t = \frac{813}{146 + x}, \text{ où } x \text{ est la longueur des coussins; on en}$$

déduit immédiatement que le pouvoir absorbant des parois de la salle sans coussins est égal à celui de 146 mètres de coussins. M. Sabine a cherché à représenter les pouvoirs absorbants par une unité plus exacte. Si l'on ouvre, dans une paroi d'une salle, une fenêtre de 1 mètre carré de superficie, toutes les ondes

qui passeront par cette ouverture seront perdues, et le pouvoir absorbant sera égal à 1. En répétant les expériences précédentes et en notant le nombre de m^2 de fenêtres ouvertes qui produisent la même diminution du son résiduel que des surfaces de diverses substances, on obtiendra le pouvoir absorbant de ces substances dans la nouvelle unité. Voici quelques-uns des résultats de l'auteur :

Pouvoirs absorbants.

Fenêtre ouverte	1
Revêtement de bois	0,064
Plâtre sur bois	0,034
Verre	0,017
Auditoire par mètre carré	0,96
— par personne	0,44
Femme isolée	0,54
Homme isolé	0,48
Liège	0,16

Les expériences de M. Sabine ont été faites à Boston dans douze salles différentes dont le volume variait de 62 à 9.300 m^3 . Partout il a vérifié la loi générale :

$$t = \frac{a}{b+x}.$$

Il a reconnu que a varie comme le volume et qu'il est en moyenne égal à 0,171 V. Au moyen de cette formule et des pouvoirs absorbants déjà trouvés, on peut calculer d'avance la durée du son résiduel pour une salle donnée. La meilleure acoustique semble être réalisée lorsque la durée du son résiduel est de 2 à 2 1/2 secondes. Les intéressants travaux de M. Sabine vont fournir des données nouvelles et positives aux architectes chargés de la construction des salles d'audition.

L. BRUNET.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 28 Décembre 1900.

M. Guichard établit que, dans l'action de l'eau sur le pentachlorure de molybdène anhydride, il se forme une solution renfermant du tétrachlorure de molybdène, de l'acide chlorhydrique et de l'acide molybdique. L'altération au contact de l'air de cette solution conduit finalement à l'oxyde bleu. — M. Pouret a étudié l'action du bromure d'aluminium sur les dérivés chlorés de la série du méthane; il montre que cet agent de synthèse permet de passer facilement des dérivés chlorés aux dérivés bromés correspondants avec de bons rendements. — M. Wyruboff communique les résultats de ses recherches sur la constitution des oxalates doubles complexes des sesquioxides et des monoxydes. Il est parvenu à obtenir un oxalate de chrome très bien cristallisé et tout à fait insoluble dans l'eau, par conséquent fort différent de l'oxalate ordinaire soluble et incristallisable. L'oxalate cristallisé s'obtient avec le sulfate ou l'alun, c'est-à-dire avec la molécule normale $Cr^2(OH)^6$. Chauffé à 180° il ne garde qu'une molécule d'eau, qui ne peut être éliminée sans décomposition. Il faut donc en conclure que l'oxalate ordinaire, celui qui entre dans la composition des sels complexes, est $Cr^2O^2(OH)^2$. On n'obtient pas d'oxalate cristallisé, ni avec le chlorure, ni avec le nitrate, ni avec l'acétate de chrome, ni même avec le sulfate ou l'alun, s'ils ont été chauffés pendant quelque temps à 30°. Il faut conclure de là que la molécule normale $Cr^2(OH)^6$ est extrêmement instable en solution. Elle ne paraît pas exister pour l'alumine et l'oxyde de fer, dont tous les sels traités par les oxalates alcalins donnent des oxalates complexes comme le chlorure de chrome ou l'alun de chrome chauffé à 30°. — M. Béhal établit la constitution d'une des cétones qu'il a isolées de l'huile de bois. Elle répond à la formule d'une diméthylcyclohexénone. — M. Job décrit une nouvelle méthode expérimentale pour la mesure de quelques vitesses de réaction. — M. Blaise entretient la Société de l'action des dérivés organométalliques sur les nitriles et les isocyanates. —

MM. Moureu et Delange ont réussi à obtenir le nitrile phénylpropioïque dont ils poursuivent l'étude. — M. Léger, en faisant agir le bioxyde de sodium sur les solutions alcalines des diverses aloïnes, à la température du bain-marie, a obtenu les résultats suivants: La *barbaloiné* fournit un corps cristallisé, fondant exactement à 223-224°, présentant toutes les propriétés de l'aloémodine de MM. Tschirch et Oesterle. L'*isobarbaloiné* donne un corps assez semblable au précédent, mais s'en distinguant par l'aspect différent de ses cristaux. Ceux-ci, déposés du toluène, sont d'un jaune orangé plus pâle et fondent assez peu nettement de 216 à 219°. L'*homonataloiné* donne un corps tout à fait différent des deux premiers. Il cristallise de l'alcool méthylique en aiguilles jaune d'or, fusibles nettement à 236-237°. Sa solution dans les alcalis est jaune orangé au lieu d'être rouge cerise. Avec l'acide sulfurique concentré, il fournit une magnifique coloration violette. Chauffé avec la poussière de zinc, il se sublime un corps cristallisé en lamelles blanches légèrement jaunâtres qui, oxydé par l'acide chromique, donne un produit en partie soluble dans les solutions alcalines faibles. La partie soluble peut être précipitée par HCl en flocons blancs sublimables sans altération. La partie insoluble se sublime en aiguilles incolores. Ces caractères semblent indiquer la présence du méthylanthracène dans le produit fourni par l'action de Zn. On sait que ce carbure donne à l'oxydation l'acide anthraquinone-carbonique, soluble dans les alcalis, l'anthraquinone et ses homologues étant complètement insolubles dans les liqueurs alcalines bouillantes. La *nataloiné* se comporte exactement comme l'homonataloiné, le produit obtenu fondant à 238-239° et ayant les mêmes propriétés que celui que donne l'homonataloiné.

Séance du 11 Janvier 1901.

La Société procède au renouvellement de son bureau pour l'année 1901, qui est ainsi composé :

Président : M. Engel ;

Vice-présidents : MM. H. Moissan, Gautier, A. Carnot et Auger ;

Secrétaires : MM. A. Béhal et G. Bertrand ;

Vice-secrétaires : MM. A. Hébert et Moureu ;

Trésorier : M. A. Petit ;

Archiviste : M. A. Desgrez.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

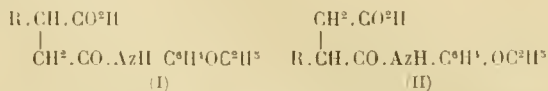
Séance du 13 Décembre 1900.

Séance extraordinaire, dans laquelle M. H.-A. Miers retrace la vie et l'œuvre de Rammelsberg.

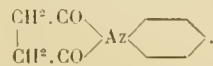
Séance du 20 Décembre 1900.

M. J.-W. Mellor a étudié la combinaison de l'hydrogène avec le chlore, et pour interpréter les expériences antérieures sur la question, il a repris l'étude de l'électrolyse de l'acide chlorhydrique; il a constaté qu'il se dégage toujours des traces appréciables d'oxygène (0,009 %). — MM. J.-T. Hewitt et J.-H. Lindfield ont nitré les trois toluèneazophénols par l'acide nitrique dilué chaud; dans chaque cas, le groupe nitro est entré dans le noyau phénolique en position ortho par rapport à l'hydroxyle. Le même phénomène avait été observé pour l'oxyazobenzène et l'acide benzéneo-salicylique. — MM. J.-T. Hewitt et H.-A. Phillips ont constaté que les ortho-oxyazo composés se comportent vis-à-vis du brome comme de vrais oxyazo composés. Ainsi le benzéneo-*p*-crésol, dissous dans l'acide acétique glacial avec un excès d'acétate de soude, puis bromé, donne du benzéneo-*o*-bromo-*p*-crésol. — M. W. Rose Innes a employé la pyridine à la détermination des poids moléculaires par la méthode ébulliscopique; la constante est de 29,5. Les acides, les alcools et les phénols donnent des poids moléculaires normaux. La pyridine ne favorise donc pas l'association des substances dissoutes. — MM. A.-W. Gilbody et C.-H.-G. Sprankling ont préparé l'acide *p*-éthoxyphé-

nylsuccinamique et ses dérivés alkylsubstitués; deux formules peuvent être prévues théoriquement pour les dérivés asymétriques, mais une seule, la formule (I), a été observée :



Les sels des dérivés supérieurs de la série n'ont pu être obtenus, à cause de la formation de composés cycliques du groupe de la pyrantine :



Les auteurs en ont profité pour préparer une série de dérivés substitués de la pyrantine, soit dans le noyau succinimique, soit dans le noyau benzénique, et pour en déterminer la stabilité. Ils ont trouvé que l'introduction de groupes méthyle dans le noyau gas diminue dans une grande proportion la stabilité, tandis que l'introduction de ces mêmes groupes dans le noyau aromatique l'augmente. — M. F. Stanley Kipping relate quelques expériences analogues à celles rapportées récemment par MM. Cohen et Whiteley, et entrepris dans le but de préparer directement des quantités inégales de deux substances énantiomorphes en synthétisant un atome de carbone asymétrique en présence ou en combinaison avec un composé actif, dans l'espoir que ce dernier exercerait quelque action directrice sur les atomes ou groupes entrant en combinaison. Les résultats ont été également négatifs, probablement à cause d'une racémisation intervenant dans l'hydrolyse du produit original. — M. Alf. Senier présente un appareil destiné à la préparation de l'oxyde nitrique par action de l'acide nitrique sur le cuivre. La production d'oxyde nitreux y est évitée en éloignant le nitrate de cuivre et l'eau à mesure qu'ils se forment.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Décembre 1900.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Rapport de MM. W. Kapteyn et J. C. Kluyver sur un mémoire de M. K. Bes, intitulé : *L'équation finale*. On obtient l'équation finale des équations $\varphi=0, \psi=0$, où φ et ψ sont des fonctions homogènes en trois variables respectivement d'ordre l, m , par l'élimination d'une des trois variables. A côté de l'équation finale, l'auteur considère une équation déduite de $\varphi=0, \psi=0$, linéaire en une des trois variables, qu'il appelle équation terminale. 1° Deux méthodes d'élimination. 2° Extension des méthodes au cas de trois équations à quatre variables et à celui de n équations à $n+1$ variables. Solution nouvelle du problème, résolu par Liouville, de la détermination de la valeur d'une fonction homogène arbitraire quand on y substitue un système de valeurs commun à n équations homogènes à $n+1$ variables. 3° Élimination de $n-1$ variables, étant données n équations à $n+n'$ variables. Les méthodes employées ici sont en relation intime avec un mémoire antérieur (*Rev. gén. des Sc.*, t. X, p. 886). Le travail paraîtra dans les publications de l'Académie. — M. Schoute présente la thèse de A. Toxopens « Inleiding tot de bepaling van het aantal kwadratische hyperuimten in de ruimte van vijf afmetingen » (Introduction à la détermination des nombres des hyperquadriques dans l'espace à cinq dimensions).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. A. Lorentz : *La théorie du rayonnement et la seconde loi de la Thermodynamique*. Si un corps pondérable quelconque M occupe une partie de l'espace enfermé dans une enceinte à parois parfaitement réfléchissantes, l'éther contenu dans la partie restante de cet espace sera parcouru dans tous les sens par des rayons de différentes longueurs d'onde. L'énergie par unité de volume (la densité

de l'énergie) de l'éther pourra être représenté par l'intégrale

$$\mu = \int_0^{\infty} f(T, \lambda) d\lambda,$$

$f(T, \lambda) d\lambda$ indiquant la part de cette énergie qui appartient aux rayons dont les longueurs d'onde sont comprises entre λ et $\lambda + d\lambda$. En supposant que chaque rayon qui se propage à l'intérieur de l'enceinte finit, après un nombre plus ou moins grand de réflexions, par rencontrer le corps M et que ce dernier possède un certain pouvoir absorbant, quelque faible qu'il soit, pour toutes les longueurs d'onde qui existent dans la radiation d'un corps « absolument noir » de la température T, on est arrivé depuis longtemps au théorème important que la fonction $f(T, \lambda)$ doit être entièrement indépendante de la nature particulière du corps M. C'est là une conclusion rendue inévitable par le principe de Carnot. En se servant de ce même principe, M. Boltzmann a démontré que la densité totale μ de l'énergie est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue, et M. W. Wien a fait voir que la fonction universelle $f(T, \lambda)$ doit être de la forme $f(T, \lambda) = T^3 \varphi(T\lambda)$, φ étant une fonction du produit $T\lambda$. Or, cet état de l'éther est caractérisé non-seulement par la densité μ de l'énergie, mais aussi par certaines longueurs déterminées. On peut considérer, par exemple, la longueur d'onde λ_m pour laquelle la fonction $f(T, \lambda)$ est maximum; en vertu de la loi de Wien, elle est inversement proportionnelle à T. Si l'on admet que, en ce qui regarde l'éther, une explication des phénomènes n'exige autre chose que les équations bien connues du champ électromagnétique, il n'y a que la vitesse de la lumière qui soit déterminée par les propriétés de ce milieu. Les valeurs de μ et de λ_m doivent alors dépendre de la nature du corps pondérable M, et, tous les corps pondérables donnant lieu aux mêmes valeurs de ces quantités, il doit y avoir une certaine ressemblance entre ces corps différents; il faut même que, à températures égales, cette ressemblance puisse s'exprimer par l'égalité numérique entre des grandeurs qui se rapportent à la constitution intime des corps. Sans cela on ne pourrait même pas comprendre que l'équilibre de température entre deux corps, après s'être établi par le contact, subsiste encore, si on les expose à leurs radiations mutuelles. Il est permis de croire qu'on pourra rendre compte des phénomènes de l'émission et de la radiation en considérant les corps pondérables comme des systèmes de petites particules mobiles, dont quelques-unes, les *électrons*, portent des charges électriques. On peut écrire les équations qui détermineront l'état de l'éther dès qu'on connaît le mouvement des électrons, et on peut s'imaginer qu'on a également établi les équations du mouvement de ces particules elles-mêmes. Malheureusement le problème est très compliqué et il est difficile de pénétrer dans le mécanisme des phénomènes. On peut cependant examiner quelles modifications des dimensions, des masses, des charges électriques sont compatibles avec les lois de Boltzmann et de Wien. A côté du premier système S, composé du corps M et de l'enceinte dont il vient d'être question, l'auteur considère un second système S'. On obtient les dimensions, les densités de la matière pondérable et celles des charges électriques dans ce second système en multipliant respectivement par a, b, c les quantités correspondantes du premier système, chacun de ces trois facteurs ayant une valeur constante. On admet l'égalité des vitesses dans S et S' et on suppose qu'on puisse donner aux forces moléculaires dans ce dernier système les intensités requises par les valeurs a, b, c . Alors, le mouvement de S', qui est impliqué dans ce qui vient d'être posé, pourra exister réellement sous la condition $b = a^2 c^2$; de plus pour que S et S' satisfassent à la loi de Boltzmann, il faut qu'on ait $a^3 c = 1$, ce qui exprime que les charges électriques ont les mêmes valeurs dans les deux systèmes. Evidemment il se

pourrait qu'on n'eût pas la faculté de disposer librement des dimensions et masses des électrons, et des forces qui les sollicitent. Si, par exemple, les électrons avaient des dimensions constantes, les mêmes dans tous les corps, et si cette égalité contribuait à rendre identique les états de l'éther provoqués par différents corps pondérables, il ne serait pas permis de supposer le facteur a différent de l'unité. On aurait alors $b = 1$, $c = 1$ et on ne pourrait, dans ce cas, arriver à aucune conclusion, le système S' ne se distinguant pas de S. Si, d'un autre côté, les masses et les charges des électrons conservaieut toujours le même rapport les unes par rapport aux autres, il faudrait $b = c$, ce qui conduirait de nouveau à $a = b = c = 1$. Mais il faut remarquer que, si les dimensions des électrons ou les rapports entre leurs charges et leurs masses devaient être les mêmes dans tous les corps, il ne serait que rationnel d'admettre que les valeurs absolues des charges et des masses le fussent également. Ainsi l'on est toujours amené à admettre que les électrons de différents corps pondérables sont égaux entre eux, et que si l'un de ces corps contient plusieurs espèces d'électrons, chacune de ces espèces se retrouve dans tous les autres. On peut comprendre alors comment tous les corps peuvent donner lieu aux mêmes valeurs de μ et de λ_m . A une température déterminée l'énergie cinétique moyenne ω d'une molécule est la même dans tous les cas. Or, cette énergie, combinée avec la charge e d'un électron, peut servir à déterminer une certaine longueur. On peut ainsi se demander quel doit être le rayon R d'une sphère pour que la charge e , répandue uniformément sur sa surface, donne lieu à une énergie électrostatique égale à ω . La longueur d'onde λ_m pourrait être un certain multiple de ce rayon R; elle deviendrait ainsi inversement proportionnelle à ω , c'est-à-dire à la température T, conformément à la loi de Wien. Quant à μ , cette quantité pourrait être déterminée par la condition que l'énergie contenue dans un cube, dont λ_m est l'arête, fut égale à un certain nombre de fois l'énergie μ , ce qui serait en accord avec la loi de Boltzmann. — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. E. van Everdingen jr: *Le phénomène de Hall et la résistance de cristaux de bismuth dans le champ magnétique et en dehors.* (Suite; voir *Rev. gén. d. Sc.* t. XI, p. 1251). Ici l'auteur donne les résultats complets sur le coefficient de Hall, la résistance du bismuth cristallisé dans le champ magnétique et en dehors, les résistances suivant les axes et suivant d'autres directions particulières. Il résume ces résultats dans la forme suivante: Pour le bismuth cristallisé, le coefficient de Hall est considérable pour une force magnétique normale à l'axe principal et insignifiant pour une force magnétique parallèle à cet axe; le coefficient pour une force magnétique de direction quelconque se déduit de ces deux cas à l'aide d'un ellipsoïde. En dehors du champ magnétique, les résistances dans le bismuth cristallisé se déduisent pour toutes les directions à l'aide d'un ellipsoïde de révolution, l'ellipsoïde de la conductibilité; l'orientation des axes de 5 à 3. Dans un champ magnétique parallèle à l'axe principal, on a affaire à un ellipsoïde de révolution à axes peu différents; dans un champ magnétique normal à l'axe principal, il y a un ellipsoïde à trois axes plus différents l'un de l'autre. Dans un champ magnétique de direction quelconque, on trouve un ellipsoïde à trois axes inégaux dont on obtient les axes par superposition des cas principaux. En général les résistances d'une plaque de bismuth, en deux directions perpendiculaires l'une à l'autre dans le champ magnétique, s'accroîtront d'une manière inégale, ce qui explique l'asymétrie du phénomène de Hall.

(à suivre.)

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Charles Hermite. — Charles Hermite est né à Dieuze le 24 décembre 1822, sur cette terre lorraine si cruellement mutilée par la guerre de 1870. Le génie mathématique, comme le génie artistique, est presque toujours précoce : déjà la composition d'Hermite au Concours général en porte la marque par de fins aperçus sur le Théorème de Descartes. Deux ans après, à peine entré à l'École Polytechnique, Hermite fait une découverte qui le place au premier rang des analystes de son temps. La théorie des fonctions elliptiques, née de l'idée géniale d'Abel sur l'inversion de l'intégrale elliptique, était dans son plein épanouissement : Jacobi, en montrant comment il fallait étendre le problème de l'inversion à deux systèmes de deux intégrales ultra-elliptiques, avait indiqué l'existence des fonctions abéliennes à deux variables et à quatre paires de périodes ; peu à près, Göpel et Rosenhain avaient découvert les expressions analytiques permettant de construire ces fonctions. A ce moment, en 1842, où l'importance des nouvelles transcendentes était à peine entrevue, un jeune polytechnicien de première année, Charles Hermite, envoyait à Jacobi, par l'intermédiaire de Liouville, la résolution du problème de la division des fonctions abéliennes ; voici comment Jacobi répondait à cet envoi :

Koenigsberg, le 24 juin 1842.

« Je vous remercie bien sincèrement de la belle et importante communication que vous venez de me faire touchant la division des intégrales abéliennes. Vous vous êtes ouvert, par la découverte de cette division, un vaste champ de recherches et de découvertes nouvelles qui donnent un grand essor à l'art analytique..... Je vous prie de faire, bien mes compliments à M. Liouville : je lui sais bon gré d'avoir bien voulu me procurer le grand plaisir que j'ai ressenti en lisant le Mémoire d'un jeune géomètre dont le talent s'annonce avec tant d'éclat dans ce que la Science a de plus abstrait. »

Ce « talent » était du génie : Hermite devait égaler les plus grands géomètres. A partir de 1842, ses découvertes se succèdent ininterrompues dans une vie uniquement consacrée à la méditation et au travail.

Hermite publie d'abord des recherches sur la transformation des fonctions abéliennes ; puis, avec Cayley et Sylvester, il crée et développe la théorie des formes algébriques : il découvre en particulier une loi de réciprocité entre les covariants des diverses fonctions, par où il ouvre dans cette théorie un grand et fécond champ de recherches. En même temps, par ses Mémoires sur l'introduction des variables continues dans la Théorie des nombres, où semblait devoir régner exclusivement la discontinuité, Hermite rattachait les admirables découvertes de Gauss à un ordre d'idées nouveau qui lui permettait de les poursuivre dans un plus vaste domaine. Nous rencontrons ici une vérité qu'Hermite fait ressortir dans tous ses travaux et qu'il se plaisait à répéter dans son enseignement : c'est l'unité profonde des Mathématiques, depuis la Physique mathématique jusqu'à la Théorie des nombres ; c'est l'appui mutuel que se prêtent les diverses parties d'une même Science, la Théorie des variables continues à l'Arithmétique supérieure, la Géométrie aux problèmes d'intégration, la Théorie des fonctions à la classification des incommensurables. C'est ainsi que l'étude des formes arithmétiques conduisit Hermite à la découverte de groupes discontinus de transformation, de la nature de ceux que deux éminents mathématiciens français ont employés, plus tard, pour la construction des fonctions fuchsienues et hyperfuchsienues. Hermite a, d'ailleurs, étudié d'une manière approfondie le type le plus simple de ces fonctions : la fonction modulaire ; son nom reste ainsi lié à ces nouvelles fonctions, dont il a fait une application d'une importance capitale à la résolution de l'équation du cinquième degré. Il ne s'agit pas là d'une résolution numérique qui peut se faire approximativement pour un degré quelconque, mais de la mise en évidence des relations qui unissent les cinq racines entre elles et caractérisent leur mode d'existence : pour donner une idée de la méthode d'Hermite, qu'il est impossible d'analyser ici, on peut dire qu'elle présente une analogie lointaine avec la méthode élémentaire de résolution trigonométrique de l'équation du troisième degré.

Quoique arrivé à la vie scientifique dans un temps où les principales propriétés des fonctions elliptiques étaient déjà découvertes par Abel et Jacobi, Hermite

a fait faire de grands progrès à la théorie de ces fonctions en la ramenant à quelques principes généraux avec l'aide des méthodes de Cauchy : on lui doit notamment une formule de décomposition en éléments simples essentielle pour l'intégration, une étude approfondie des fonctions qu'il a appelées doublement périodiques de deuxième et de troisième espèces; ici encore se rencontrent de belles applications, bien inattendues, à l'Arithmétique : des identités entre des séries obtenues dans la théorie des fonctions doublement périodiques conduisent, avec une facilité surprenante, à des théorèmes profonds sur la théorie des nombres.

En 1885, parut un ouvrage d'Hermite intitulé : *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*; le point de départ de ces applications est l'intégration d'une équation différentielle du deuxième ordre, appelée équation de Lamé; Hermite montre que cette équation peut toujours être intégrée par des fonctions doublement périodiques de deuxième espèce : il rattache ensuite à cette intégration de nombreuses applications des fonctions elliptiques à la Mécanique et à la Physique mathématique. Cet ouvrage, en dehors de son immense intérêt analytique, a été de la plus grande utilité aux mécaniciens et aux astronomes.

Dans cette rapide revue, nous nous limitons aux idées essentielles, nous ne montrons en quelque sorte que les sommets; c'est pourquoi nous ne pouvons passer sous silence un travail qui apparaît comme un roc isolé et splendide dans le domaine presque inexploré des incommensurables : les recherches d'Hermite sur la généralisation des fractions continues ont été couronnées par la démonstration de la transcendance du nombre e , dans un Mémoire qui est un modèle de profondeur et d'élégance; les méthodes créées à cet effet par le génie d'Hermite ont permis, peu après, à un géomètre allemand, d'établir la transcendance du nombre π , c'est-à-dire l'impossibilité de la quadrature du cercle.

Après le savant, l'homme et le professeur. Hermite ! Quel mathématicien contemporain n'évoque à ce nom une figure puissamment expressive, au front génial, aux yeux profonds, comme fixés sur un monde mystérieux, invisible aux profanes ! Pour Hermite, les Mathématiques avaient une existence propre, extérieure au penseur : elles formaient un monde d'harmonieuse fatalité, qui était comme le support de l'univers matériel. Spiritualiste convaincu, il pensait que l'âme aurait un jour la révélation complète de ces harmonies mathématiques dont un reflet seul est accessible à l'intelligence humaine. Son influence sur le mouvement mathématique du XIX^e siècle a été capitale, non seulement par ses découvertes et ses publications, mais par l'exemple de sa vie entièrement consacrée à la Science, par les conseils personnels et directs qu'il ne refusait à aucun chercheur, par les idées et les encouragements bienveillants qu'il donnait à ses élèves en pénétrant dans leurs vues plus loin qu'ils ne le faisaient eux-mêmes. Cette influence s'étendit au monde entier, et la correspondance mathématique d'Hermite, si elle pouvait être recueillie et publiée, constituerait comme le tableau de la vie mathématique des soixante dernières années du siècle. Les sentiments des mathématiciens du monde entier se manifestèrent à cet égard d'une façon éclatante, à l'occasion du soixante-dixième anniversaire de la naissance du grand géomètre : en 1892, un Comité de mathématiciens étrangers et français se forma et ouvrit une souscription dans le but d'offrir à Hermite, en témoignage de respectueuse admiration, une médaille à son effigie, dont l'exécution fut confiée à M. Chaplain. Pas un mathématicien ne resta étranger à la souscription, et le 24 décembre 1892, les amis et admirateurs d'Hermite se réunirent à la Sorbonne, sous la présidence du ministre de l'Instruction publique, pour lui offrir l'œuvre du célèbre graveur.

A partir de 1862, Hermite a été conduit à prendre une part des plus actives à l'enseignement : l'heureuse initiative de Pasteur fit créer pour lui une conférence à

l'École Normale : il fut ensuite professeur à l'École Polytechnique en 1867, et à la Faculté des Sciences à la Sorbonne en 1869. Ses cours à l'École Polytechnique ont été autographiés et seront un jour imprimés : il a rédigé lui-même et publié la première partie de cet enseignement dans un volume qui est un modèle d'exposition concise et suggestive, et qui ouvre les portes des parties les plus élevées de l'Analyse sans généralités inutiles, sans cet appareil de démonstrations et de formules générales qui masque trop souvent les faits essentiels. Le cours de la Sorbonne a rempli et occupé ses dernières années de professeur : rédigé en 1881-82 par un de ses élèves, il a servi de modèle à maint enseignement en France et à l'Étranger ; il a eu de nombreuses éditions autographiées, revues et modifiées par Hermite d'après l'évolution de ses propres idées et les progrès de la Science. Ce cours a répandu partout, sous une forme saisissante, les découvertes de Weierstrass et de ses élèves sur la théorie des fonctions : par les exemples choisis pour l'application des théorèmes généraux de cette théorie, Hermite a renouvelé l'étude des fonctions elliptiques et des fonctions eulériennes.

En 1897, à l'âge de soixante-quinze ans, Hermite quitta ses fonctions de professeur à la Sorbonne, malgré les instances de M. le Directeur de l'Enseignement Supérieur et des professeurs de la Faculté des Sciences : son activité mathématique ne se ralentit pas un instant, et encore, dans ces derniers temps, il échangeait avec un géomètre italien une correspondance mathématique dont il vient de paraître des extraits dans les *Annali di Matematica*.

Hermite est mort le lundi 14 janvier 1901, laissant pour l'histoire un nom impérissable, et pour tous ceux qui ont eu le bonheur de l'approcher, le souvenir d'un homme aussi grand par le cœur que par l'intelligence.

P. Appell,

Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur de Mécanique rationnelle
à la Faculté des Sciences de Paris.

P.-Ch. Potain. — Le Professeur Potain, membre de l'Académie de Médecine et de l'Académie des Sciences, a succombé le 5 janvier 1901, dans sa soixante-seizième année, emportant dans sa tombe les regrets unanimes du monde médical, et nous laissant l'exemple d'une probité professionnelle sans défaillance.

Les qualités de son grand cœur ont été suffisamment et peut-être trop exclusivement louées. Tout exceptionnelles qu'elles aient été, elles ne doivent cependant pas nous dérober le savant que fut Potain et dont nous voulons mettre ici en pleine lumière les travaux, ainsi que la trace qu'ils laisseront dans la science médicale.

En 1872, le Docteur Potain, déjà médecin des hôpitaux et agrégé de la Faculté, n'avait cependant publié qu'un nombre restreint de travaux, ayant trait, pour la plupart, à des recherches sur la physiologie et la pathologie du système vasculaire. Elève du Professeur Bouillaud, ses goûts de clinicien l'avaient entraîné dans la voie du maître, vers l'étude des affections de l'appareil circulatoire. Expérimentateur habile, il suivait, avec une attention avide d'apprendre, les recherches des physiologistes, auxquelles il s'initiait avec l'aide et les conseils de son ami le Professeur Marey. Rien cependant ne l'avait encore distingué. Dans son service, dont M. Malassez, aujourd'hui directeur au Laboratoire des Hautes-Études, était alors l'interne, venaient, poussés par une curiosité discrète, des assistants, dans les moments de liberté que leur laissaient les leçons magistrales des grands cliniciens en vogue. Tout étourdis encore du fracas des phrases pompeuses et sonores où se complaisaient encore nombre de médecins, derniers rejets de l'enseignement de la fin de l'Empire, ils entraient avec étonnement dans ces salles de l'hôpital Necker où Potain faisait alors assidument son service, entouré de quelques élèves pressés autour de lui pour ne rien perdre du sens ni de la signification de la parole éteinte et cependant captivante du

maître. A chaque lit, il s'arrêtait, s'enquêrait de tous les renseignements propres à le guider minutieusement. Il observait les symptômes, forçait les signes cliniques à se dévoiler par un interrogatoire minutieux, aidé de toute l'instrumentation dont le médecin pouvait alors disposer. Puis, en quelques phrases, les résultats de cette patiente analyse étaient exposés aux assistants, avec la synthèse que devait fixer dans leur esprit les enseignements qui comportait le cas observé. Dans ces salles si tranquilles, si peu fréquentées encore, on apprenait plus en regardant agir le maître que dans les amphithéâtres en vogue, où, trop souvent, le bruit des paroles tenait lieu d'enseignement.

La contagion s'opéra. On sut enfin que Potain, peu soucieux de toute réclame, était cependant déjà l'homme que tout confrère malade désirait avoir à son chevet, qu'il était compatissant aux malheureux et que, derrière cette pitié charitable, se cachait un observateur sagace et un travailleur acharné. Des amis plus arrivés que lui, Axenfeld, Parrot, se chargèrent de proclamer, ce qu'il n'aurait pas voulu entendre lui-même, que le Dr Potain allait bientôt devenir le premier clinicien de son temps.

Il le devint, en effet, et le resta jusqu'à sa mort. Pour une fois au moins cette haute situation ne fut pas le produit trelaté d'une réclame savamment organisée, mais bien la conséquence logique d'une valeur scientifique indiscutable.

Le Professeur Potain n'écrivit pas beaucoup, parce qu'il n'écrivait que ce qui en valait la peine. Seul, le souci de la vérité à faire connaître pouvait l'inspirer et ses travaux portent tous l'empreinte d'une grande précision unie à une remarquable correction de style. Aussi les écrits qu'il nous a laissés sont-ils assurés de laisser dans la science une trace profonde et durable.

Potain fut très peu un théoricien. Doué de connaissances élémentaires très précises en Physiologie et en Chimie, sciences considérées comme accessoires de la Médecine, il apporta dans l'étude de cette dernière les principes de rigoureuse exactitude d'un esprit formé à la discipline des sciences positives. Ses travaux s'étendent sur l'ensemble de la Médecine, mais ils sont plus spécialement afférents à la physiologie et à la pathologie du système circulatoire.

Laënnec, l'inventeur génial de l'auscultation, avait comme frappé d'ostracisme la sémiologie cardiaque en ayant que les principes qui l'avaient guidé dans la connaissance des maladies du poulmon ne pouvaient s'appliquer à celles du cœur, la plupart des bruits pathologiques qui servent à les reconnaître pouvant se produire indépendamment d'elles. Bouillaud en avait appelé de ce jugement en établissant le bilan des signes objectifs des diverses affections cardiaques. Mais la trop grande précision qu'il avait tenté d'apporter ne s'accordait pas avec la réalité des faits. Trop souvent encore on restait dans le doute qui avait conduit Laënnec à la négation.

Il fallait reprendre cette étude par le fond, connaître la cause des divers bruits que l'on entend à la région précordiale, leur mode de production, l'importance qu'ils peuvent avoir en sémiologie. Il fallait aussi préciser d'une façon plus complète les modifications physiologiques et pathologiques du rythme cardiaque et établir enfin les rapports des diverses maladies du cœur, aux phases variables de leur évolution, avec les troubles de la circulation périphérique. C'est cette œuvre considérable qu'entreprit et qu'acheva le Professeur Potain.

Depuis le début de sa carrière, où il étudiait les dédoublements des bruits du cœur, les mouvements et les bruits qui se passent dans les veines jugulaires, jusqu'à la fin, où il reprenait l'étude des « bruits de galop », celle des souffles cardio-pulmonaires, etc., cette même pensée le guidait : asseoir le diagnostic des maladies du cœur sur des données certaines; à la notion d'une lésion locale d'un organe substituer celle d'une affection d'ordre plus général, à laquelle tout l'organisme par-

ticipe, contre laquelle il lutte au moyen des ressources presque inépuisables de l'équilibre circulatoire, à laquelle il succombe enfin quand cet équilibre est définitivement vaincu. On voit donc quelle ampleur a prise, sous son impulsion, une étude jusqu'alors réputée aride, et l'on sait quels merveilleux éclaircissements il y a apportés.

La synthèse, encore inachevée, et qui sera complétée, de tous ces travaux est faite dans son livre le plus important : *La Clinique médicale de la Charité*, paru en 1893 et dont il nous fit l'honneur de nous confier la rédaction.

Disons enfin qu'expérimentateur et physiologiste de première valeur, le Professeur Potain a enrichi la sémiologie d'instruments précieux dont l'usage ne périra pas. Son « mélangeur » destiné à la numération des globules du sang, l'« aspirateur » qui porte son nom et qu'il construisit lorsque son élève affectionné, le Professeur Dieulafoy, eut, étant son interne, l'honneur de découvrir l'aspiration et de l'appliquer au diagnostic et au traitement de certaines maladies, son sphygmomanomètre, etc., témoignent d'une ingéniosité et d'une habileté dignes d'un physiologiste accompli.

Le Professeur Potain a formé des générations d'élèves. A tous il a inculqué, avec l'amour de la Science, le respect et la conscience du rôle élevé de la profession médicale. Pendant les quinze ans que nous vécûmes, pour notre part, dans son intimité, nous n'entendîmes de lui que des paroles pleines d'ardeur pour l'avenir de la Science et de son pays. Il vécut et mourut en grand citoyen et en grand savant. Sa mémoire mérite, à ce double titre, d'être éternellement honorée.

Dr H. Vaquez,

*Professeur agrégé à la Faculté
de Médecine de Paris,
Médecin des Hôpitaux.*

L'explorateur Serpa Pinto. — Né le 20 avril 1846, au château de Polchras, dans le district de Vizeu, l'explorateur portugais Alexandre-Albert da Rocha Serpa Pinto est mort à Lisbonne dans les derniers jours de décembre 1900. Il fut l'un des principaux agents du Portugal, dans la part que prit cette Puissance à l'exploration et à la conquête européennes de l'Afrique, pendant le dernier quart du XIX^e siècle.

Depuis le XVI^e siècle, les Portugais étaient établis sur quelques points des côtes occidentale et orientale, à Saint-Paul de Loanda, à Benguela, à Quelimane, à Mozambique. Mais depuis trois cents ans, ils n'avaient, nonobstant quelques efforts sans suite d'aventuriers ou de gouverneurs, ni exploré, ni conquis l'intérieur du pays. Vers 1875, les succès des voyageurs étrangers les réveillèrent de leur torpeur. Il leur parut honteux de laisser à un Livingstone ou à un Cameron la gloire d'explorer un pays qu'ils considéraient comme leur domaine virtuel. Sur l'initiative de la Société de Géographie de Lisbonne et de la Commission géographique permanente du Ministère de la Marine, le Parlement vota les fonds nécessaires à l'équipement d'une grande Expédition géographique. Un officier, Serpa Pinto, qui avait déjà accompli un voyage sur le Zambèze en 1869 et qui possédait les notions scientifiques requises en la circonstance, fut désigné pour en prendre le commandement.

En novembre 1877, il quitta Benguela et, en mars 1878, atteint Bihé, par une contrée jusqu'alors inexplorée. Là, il se sépara de ses deux subordonnés, Brito Capello et Ivens, qui, eux aussi, devaient acquérir une certaine notoriété dans l'histoire de l'exploration africaine. Poursuivant sa marche vers l'Est, Serpa Pinto traverse le plateau de Congala, d'où partent le Cubango qui aboutit au lac Ngami, le Cuando, affluent du Zambeze, et le Cuanza qui se jette dans l'Atlantique. De là, il atteint le Zambèze en franchissant d'immenses étendues marécageuses, dans lesquelles l'expédition fait lit périr d'inanition. Au Zambeze se termina le voyage de Serpa Pinto en pays inconnu. Il avait encore d'autres

projets, mais une attaque des indigènes ayant mis ses hommes en fuite, il se décida à descendre le fleuve jusqu'aux chutes Victoria; il se résignait ainsi à suivre les traces de Livingstone. Fatigué et malade, il eut la bonne fortune de rencontrer le pasteur français Coillard, qui, accompagné de sa femme et de sa sœur, évangélisait les païens des bords du Zambèze. En leur compagnie, Serpa Pinto gagna la mission de Chochong, puis Pretoria, où il arriva le 12 février 1879, et le Natal.

Cette expédition excita en Europe un grand enthousiasme. La Société de Géographie de Paris décerna à Serpa Pinto sa plus haute récompense, sa grande médaille d'or, la Société de Géographie de Londres sa « Founder's Medal », et le président, lord Aberdare, en lui remettant la médaille, célébra « le courage surprenant, l'endurance, la force d'âme, la patience déployées par cet homme remarquable, qui lui permit de vaincre des obstacles et des difficultés dont jusqu'alors aucun voyageur n'avait triomphé ». Ce langage nous paraît maintenant quelque peu exagéré; les succès inouïs remportés depuis vingt ans dans l'exploration africaine nous ont rendus exigeants, et aujourd'hui nous louerions sans doute plus modérément les résultats d'un pareil voyage. Serpa Pinto venait certainement d'accomplir des découvertes de détail intéressantes, mais, à tout prendre, il n'avait rapporté la solution d'aucune grande question géographique.

Ce premier voyage avait un caractère exclusivement scientifique; en 1884, il en entreprit un second qui échoua. Mais, en 1889, il revint en Afrique, chargé cette fois d'une mission politique. Depuis près de trente ans, des missionnaires anglais s'étaient établis au sud du lac Nyassa, sur les plateaux qui dominent le Chiré, cette grande rivière qui porte au Zambèze les eaux du Nyassa; ils y avaient fondé le village de Blantyre. En 1889, le Gouvernement se proposa d'affermir officiellement son autorité dans cette contrée. Harry H. Johnston, consul anglais à Mozambique, qui préluait alors à une brillante carrière africaine, reçut mission de conclure des traités d'amitié avec les chefs indigènes, par lesquels ceux-ci ne devaient contracter aucun engagement avec une puissance européenne quelconque, sans le consentement du Gouvernement britannique. Or, depuis des siècles, les Portugais se considéraient comme les possesseurs de tout le bassin du Zambèze, et Serpa Pinto fut envoyé pour sauvegarder sur place ces droits séculaires. Harry H. Johnston rencontra Serpa Pinto, dans un camp, au-dessous du confluent du Chiré et du Ruô; il lui tint le langage suivant: « Votre Gouvernement nous a affirmé que votre Mission avait pour objet le Haut-Zambèze et non le Chiré. En conséquence, si vous entamez quelque action politique au nord du Ruô, que nous considérons provisoirement comme la limite portugaise, vous m'obligerez de mon côté à dépasser mes instructions immédiates et à protéger effectivement les intérêts du Gouvernement britannique. Si vous désirez seulement passer dans le pays, pour faire des observations scientifiques, nous voyagerons ensemble et je n'emploierai à éviter toute opposition de la part des indigènes Makololo. »

Serpa Pinto répondit évasivement. Il n'osa pas franchir personnellement le Ruô, mais son subordonné, le lieutenant Goulino, envahit le territoire contesté. Il allait atteindre Blantyre, quand, le 11 janvier 1890, lord Salisbury mit formellement le Gouvernement portugais en demeure de rappeler ses troupes. On sait que cet ultimatum souleva en Portugal une émotion publique, qui se manifesta par l'attaque du consulat anglais de Porto, par la suppression de l'enseignement de l'anglais dans les écoles publiques, etc... Le conflit se termina par le traité du 20 mai 1891, qui délimita les zones d'influence respectives de la Grande Bretagne et du Portugal dans la région du Zambèze.

Serpa Pinto ne réussit pas à conserver le Chiré au Portugal; mais, sans sa présence sur le Zambèze, peut-être la part territoriale de son pays eût-elle été encore plus réduite.

Depuis dix ans, Serpa Pinto était entré dans la retraite. Il ne complera pas parmi les plus grands « africanistes » du siècle qui vient de finir, mais figurera au premier rang des voyageurs portugais qui marchèrent sur les traces de leurs illustres devanciers du xv^e et du xvii^e siècles.

Henri Dehérain,
Docteur ès lettres,
Sous-bibliothécaire de l'Institut.

§ 2. — Physique du globe

Valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1901. — Pendant l'année 1900, comme pendant les années précédentes, les observations magnétiques ont été continuées, en France, régulièrement et sans lacunes, dans les Observatoires du Parc Saint-Maur, de Perpignan et de Nice. Les trois stations sont pourvues d'appareils identiques: un magnétographe de M. Mascart et des boussoles de Brunner pour la mesure absolue de la déclinaison, de l'inclinaison et de la composante horizontale. Les courbes de variation, dont les repères sont fréquemment vérifiés, sont dépouillées pour chaque heure du jour.

Le développement récent des lignes de tramways électriques dans la banlieue Est de Paris a rendu très difficile le dépouillement des courbes magnétiques de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, le champ terrestre étant troublé par des courants dérivés dus au retour du courant principal par la Terre. Préoccupé de cette situation, M. Mascart a obtenu la concession de la propriété domaniale du Val-Joyeux, située à Villepreux (Seine-et-Oise), en vue d'y continuer les études de magnétisme terrestre établies en 1882 au Parc Saint-Maur. Un pavillon vient d'être construit dans cette nouvelle station et un magnétographe y fonctionne régulièrement depuis le 26 décembre 1900.

Les valeurs des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1901 pour les quatre stations, sont déduites de toutes les valeurs horaires relevées le 31 décembre 1900 et le 1^{er} janvier 1901, rapportées à des mesures absolues faites aux dates qui précèdent et suivent immédiatement le 1^{er} janvier.

Les observations de Perpignan continuent d'être faites par M. Courdevache sous la direction de M. le docteur Fines et celles de Nice par M. Auvergnon. Au Val-Joyeux, elles ont été confiées, sous la direction de M. Moureaux, à M. Hié, aide-météorologiste, attaché depuis dix ans au Service magnétique.

Voici, d'après M. Moureaux, les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1901 :

	PARC ST-MAUR	VAL-JOYEUX	PERPIGNAN	NICE
Longitude. . . .	0°9'23 E	0°19'23 W	0°32'45 E	4°57'48 E
Latitude nord. . .	48°48'34	48°49'16	42°42'8	44°43'17
Déclinaison occi- dentale.	14°43'78	15°14'10	13°34'77	11°57'95
Inclinaison. . . .	64°51'9	54°59'9	59°57'5	60°9'0
Composante hori- zontale.	0,19755	0,19662	0,22450	0,22423
Composante ver- ticale.	0,42166	0,42161	0,38819	0,39077
Composante nord. Compos. ouest. . .	0,19106	0,18971	0,21822	0,21938
Force totale. . . .	0,46510	0,46520	0,44844	0,45054

La différence de longitude entre le Val-Joyeux et le Parc Saint-Maur était de 29', la déclinaison devait différer seulement de 13' environ; l'écart observé est de 30'. D'autre part, la latitude des deux stations est sensiblement la même; et leur distance est faible (36 kilomètres): l'inclinaison et la composante horizontale devraient avoir à peu près la même valeur dans les deux stations; or, au Val-Joyeux, l'inclinaison est plus grande de 8' et la composante horizontale plus faible de 0,00093 qu'au Parc Saint-Maur. Ces écarts tiennent au fait que le nouvel Observatoire est situé dans la région soumise à l'anomalie magnétique du bassin de Paris.

La variation séculaire des différents éléments résulte

de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles du 1^{er} janvier 1900. Voici cette variation :

	PARC ST-MAUR	PERPIGNAN	NICE
Déclinaison	-3'78	-3'48	-3'48
Inclinaison	-3'3	-2'00	-1'4
Composante horizontale	+0,00014	+0,00029	+0,00009
Composante verticale	-0,00011	-0,00002	-0,00022
Composante nord	+0,00048	+0,00036	+0,00014
Composante ouest	-0,00010	-0,00028	-0,00023
Force totale	+0,00009	+0,00013	-0,00015

De 1883 à 1898, d'une manière générale, la variation séculaire de la déclinaison était plus grande et celle de l'inclinaison plus faible dans le nord que dans le midi de la France : le tableau précédent montre que c'est le contraire depuis deux années.

§ 3. — Chimie

Conférences de l'Institut Pasteur: Les Falsifications des Alcools et Eaux-de-vie. —

Le Service d'Analyse et de Chimie appliquée à l'Hygiène, qui vient d'être créé à l'Institut Pasteur et mis sous la direction de M. Trillat, a récemment inauguré la série de ses conférences, destinées à compléter les leçons et les manipulations faites dans le laboratoire.

M. Duclaux, directeur de l'Institut Pasteur, a rappelé d'abord le but du nouveau Service, qui est l'enseignement de l'Analyse au point de vue alimentaire, pharmacologique et médical, et l'étude des questions qui s'y rattachent. Ce Service comporte donc tout le cycle des méthodes analytiques et surtout l'interprétation des résultats : il sera d'une extrême utilité, car la Science, l'Industrie et les tribunaux ont besoin de bons analystes, et jusqu'à ce jour on n'avait pas songé à grouper les méthodes analytiques d'un enseignement spécial.

M. Rocques a ensuite traité de la falsification des eaux-de-vie et indiqué les procédés analytiques qui permettent de dépister et de doser les impuretés de ces liqueurs; nous emprunterons à sa conférence les indications suivantes :

L'analyse chimique, ayant été complétée par la dégustation, il reste à interpréter les résultats obtenus et à en tirer des conclusions. C'est la partie la plus délicate de la tâche du chimiste : il doit y apporter une grande prudence. Les questions qu'il a le plus fréquemment à résoudre sont, en effet, celles-ci : Une eau-de-vie (cognac, marc, kirsch, etc.) est-elle pure, ou est-elle additionnée d'alcool d'industrie, ou est-elle uniquement composée d'alcool d'industrie aromatisé par des essences ? A-t-on fait usage d'alcool d'industrie neutre, c'est-à-dire bien rectifié, ou d'alcool d'industrie imparfaitement rectifié ? Enfin, a-t-on fait entrer, dans un coupage d'eau-de-vie, de l'alcool méthylique ?

Pour résoudre ces questions, il faut prendre en considération les caractères que présentent à l'analyse et à la dégustation les matières premières susceptibles d'entrer dans la composition des eaux-de-vie. Ces matières premières sont : 1° Les *eaux-de-vie naturelles* : c'est-à-dire les eaux-de-vie pures de vin, de marc, de cidre, de cerises, etc.; 2° Les *alcools d'industrie neutres*, c'est-à-dire bien rectifiés et débarrassés par la rectification de leurs impuretés et du bouquet originel (betteraves, mélasses, grains); 3° Les *alcools d'industrie mal rectifiés*.

Le premier groupe est caractérisé : 1° à l'analyse, par une teneur assez élevée en impuretés; 2° à la dégustation, par le bouquet agréable et distinctif de chaque sorte d'eau-de-vie.

Le second groupe ne présente à l'analyse qu'une très petite quantité d'impuretés et la dégustation n'y décèle aucun bouquet spécial; d'où son nom d'alcool *neutre*.

Enfin, le troisième groupe est caractérisé par une teneur assez élevée en impuretés et par des qualités organoleptiques distinctives permettant au dégustateur d'en reconnaître l'origine.

Dans l'appréciation des résultats de l'analyse, trois cas peuvent se présenter :

1° Si la teneur en impuretés est élevée, on se trouve en présence soit d'une eau-de-vie naturelle, soit d'une eau-de-vie coupée au moyen d'alcool d'industrie mal rectifié;

2° Si la teneur en impuretés est faible, le liquide à examiner est, soit une eau-de-vie naturelle coupée avec de l'alcool d'industrie neutre, soit un alcool de fantaisie fait avec de l'alcool d'industrie mal rectifié;

3° Enfin, si la teneur en impuretés est presque nulle; il s'agit d'une eau-de-vie de fantaisie composée avec de l'alcool d'industrie neutre.

Dans ces divers cas, il suffit de vérifier par la dégustation s'il y a ou non de l'alcool d'industrie mal rectifié dans le liquide à analyser. Le rôle de la dégustation se trouve ainsi borné à une constatation assez facile à faire.

M. Rocques s'est principalement étendu sur la recherche des fraudes du cognac. Il a montré que les eaux-de-vie de cognac authentiques sont caractérisées chimiquement de la manière suivante :

1° *Coefficient total d'impuretés* (somme des impuretés volatiles exprimées en grammes et par hectolitre d'alcool à 100°) égal à environ 400;

2° *Somme d'alcools supérieurs et éthers* (exprimée également en grammes par hectolitre d'alcool à 100°) égale à environ 300 ;

3° *Coefficient d'oxydation* (proportion, pour 100 parties d'impuretés totales, de la somme des produits d'oxydation : acides et aldéhydes - variant entre 8 et 36, suivant le mode de distillation et l'âge des eaux-de-vie. Les produits d'oxydation augmentent par le vieillissement et le coefficient d'oxydation permet de se rendre compte, jusqu'à un certain point, de l'âge d'une eau-de-vie;

4° *Rapport entre les alcools supérieurs et les éthers* généralement compris entre 1 et 2 dans les cognacs authentiques.

Au sujet des kirschs, l'analyse montre, pour les kirschs authentiques, la présence d'une quantité d'acide cyanhydrique comprise généralement entre 25 et 100 milligrammes par litre, d'un coefficient total d'impuretés assez élevé (300 à 400) et l'absence d'aldéhyde benzoïque. Les kirschs de fantaisie sont, au contraire, caractérisés par l'absence presque complète d'acide cyanhydrique, la faiblesse du coefficient d'impuretés, et la présence d'aldéhyde benzoïque.

Parlant de ces diverses falsifications, le conférencier a ajouté qu'il serait désirable de voir adopter par le commerce des désignations indiquant exactement la nature des eaux-de-vie mises en vente. C'est ainsi que le mot « Cognac » devrait servir à désigner uniquement les eaux-de-vie de vins des Charentes distillées à la manière charentaise. Les imitations de Cognac devraient être désignées sous le nom de Cognac de fantaisie. Non seulement les négociants français devraient adopter ces désignations pour la France, mais ils devraient réagir contre l'emploi abusif que les distillateurs étrangers font du mot cognac. La Conférence internationale de Madrid de 1892, à laquelle ont adhéré les Puissances étrangères, a décidé que les appellations régionales de provenance de produits viticoles ne pourront jamais être considérées comme génériques. Le mot « cognac » appartient donc à la France seule et, si nos nationaux ne doivent pas en faire un usage abusif, ils devraient aussi s'opposer à l'adoption de cet usage à l'Etranger.

§ 4. — Botanique.

Un Café sans caféine. — Quand on compare entre elles certaines espèces végétales, on est quelquefois surpris d'y trouver des différences de composition chimique que ne laissent nullement prévoir leurs caractères extérieurs. On est ainsi conduit à se demander s'il n'y a pas lieu de faire intervenir ces

différences dans la détermination des espèces et même à concevoir, tout au moins dans l'avenir, un système de classification plus en rapport avec l'ensemble des notions biologiques, système qui tiendrait compte, non seulement de la forme extérieure et de l'anatomie des organes, mais encore de leur fonction physiologique.

Ce sont, du moins, les conclusions qui découlent tout naturellement du travail que M. Gabriel Bertrand vient de publier sur la composition chimique du café de la Grande-Comore.

Le café en question croît spontanément dans l'île, où il a été trouvé par le voyageur Humblot. Au point de vue botanique, c'est une espèce mal délinée, sans caractère précis. Baillon, qui l'a examiné tout d'abord, a pensé que ce pouvait être une espèce nouvelle et l'a désignée sous le nom de *Coffea Humblotiana*, tandis que Froehner, dans sa Monographie du genre *Coffea*, admet que c'est tout simplement un variétés de *Coffea arabica* L.

Or, M. Gabriel Bertrand, ayant analysé les grains de ce café, n'y a point trouvé trace de caféine, contrairement à ce qui a lieu pour les espèces connues jusqu'ici, notamment pour le Café ordinaire d'Arabie, lequel, transporté et cultivé en des points très différents du globe, contient entre 8 et 17 grammes de l'alkaloïde par kilo. A la Grande-Comore même, le *Coffea arabica* renferme 13 gr. 4 de caféine.

Il semble donc bien qu'on doive mettre ici hors de cause une influence de sol ou de climat et, par suite, qu'il faille attribuer à la composition chimique exceptionnelle du café de la Grande-Comore la valeur d'un véritable caractère spécifique, venant confirmer la détermination de Baillon.

Une telle application de la Chimie à la Systématique peut paraître, au premier abord, un peu hardie; ce n'est, cependant, qu'une extension aux êtres supérieurs d'une méthode de diagnose qui a rendu de grands services dans l'étude des levures et des microbes. Il faut souhaiter qu'elle se généralise.

§ 5. — Zoologie

La Fécondation chimique des œufs d'Our-sin. — Les recherches si étonnantes de Loeb sur la fécondation chimique des œufs (voir *Revue générale des Sciences*, 30 décembre 1900) viennent d'être confirmées par Wilson (*Science*, vol. XIII, janvier 1901) : il a traité des œufs non fécondés de *Toxopneustes* par des solutions de chlorure de magnésium, suivant la méthode de Loeb; ces œufs donnent des embryons, dont les noyaux sont par conséquent d'origine purement maternelle; en effet, durant la segmentation, le nombre des chromosomes est la moitié du nombre usuel, 18 au lieu de 36 (résultat tout à fait en désaccord avec celui de Delage, qui a trouvé le nombre normal de chromosomes dans ses œufs mérogoniques, ne renfermant que le noyau paternel). Ces œufs présentent des asters avec centrosomes, qui se multiplient par division; il peut donc se former dans l'œuf des centrosomes fonctionnels, alors même qu'il n'y a point pénétré de spermatozoïde, et par conséquent pas de spermocentre. Les asters et centrosomes se forment de même dans des œufs non fécondés, énucléés avant le traitement par le chlorure de magnésium, ce qui prouve qu'ils sont d'origine cytoplasmique, et tout à fait indépendants du noyau.

§ 6. — Sciences médicales

La Cryoscopie du sang dans la Fièvre typhoïde. — La cryoscopie des liquides organiques, dont les applications cliniques ne datent que de quelques années, a déjà mis en lumière un grand nombre de faits touchant au diagnostic et au pronostic de certaines maladies. C'est à ce titre qu'il nous semble inté-

ressant de signaler un travail¹ fort intéressant de M. Waldvogel sur le point de congélation du sang dans la fièvre typhoïde. Les recherches faites par M. Waldvogel, sur 27 typhiques de la Clinique du Professeur Ebstein, lui ont permis de dégager les conclusions suivantes.

D'une façon générale, le point cryoscopique du sérum des typhiques est au-dessus de la normale. Ce point étant pour le sérum normal de 0°,36 les valeurs que M. Waldvogel a trouvées chez ses typhiques oscillaient entre 0°,63 et 1°,68, sauf dans un cas où le point cryoscopique était de 0°,54. Or — et c'est là le fait qui est particulièrement intéressant pour le clinicien — chaque fois que le point cryoscopique se trouvait au-dessous de la normale ou la dépassait de peu, la fièvre typhoïde se terminait par la mort. Ainsi, chez les trois malades qui ont succombé, la cryoscopie du sérum a donné les chiffres respectifs de 0°,65, de 0°,63 et de 0°,54; un malade dont le sérum donnait un point cryoscopique de 0°,56 a eu une fièvre typhoïde excessivement grave, et bien qu'il n'ait plus de fièvre à l'heure actuelle, sa guérison est encore très problématique. Inversement, les points cryoscopiques les plus élevés ont été observés chez les malades dont la fièvre typhoïde a évolué d'une façon légère ou encore chez les convalescents.

Quelles sont les causes qui amènent une élévation du point cryoscopique du sérum des typhiques?

Pour répondre à cette question, M. Waldvogel a successivement étudié toutes les causes (état de la circulation et de la respiration, fièvre, diarrhée) qui peuvent amener une modification dans la composition du sang, et trouvé qu'aucune de ces causes ne peut être incriminée. Il a encore constaté que ces malades n'ont pas de néphrite et que, par conséquent, il n'y a pas de rétention, dans le sang, des matières s'éliminant par l'urine. Du reste, chez ces malades, le point cryoscopique de l'urine est le plus souvent normal et, en second lieu, un point cryoscopique élevé du sang ne s'accompagne pas toujours, chez eux, d'un abaissement du point de congélation de l'urine.

Le seul fait positif que M. Waldvogel a trouvé chez ces malades, c'est que leur sérum est plus riche en azote que le sérum normal. Aussi se demande-t-il si l'élévation du point cryoscopique ne serait pas en rapport avec la quantité d'antitoxines et d'agglutinines spécifiques qui se trouvent dans le sang de ces malades. Ainsi s'expliquerait la gravité de la fièvre typhoïde dans les cas où le sérum, contenant peu d'antitoxines, donne un point cryoscopique faible; inversement, l'existence d'une grande quantité d'antitoxine, amenant une élévation du point de congélation du sérum, nous ferait comprendre l'évolution bénigne de la maladie.

M. Waldvogel se croit donc autorisé à conclure de ses recherches que : 1° dans la fièvre typhoïde, l'élévation du point cryoscopique est en rapport avec la formation des antitoxines; 2° si, dans un cas donné de fièvre typhoïde, le point cryoscopique du sérum est situé au-dessous de 0°,60, le pronostic devient très grave.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Érection d'un monument à Paul Blanchet.

— Un Comité présidé par M. Cagnat, de l'Institut, et dont font partie MM. Dereims, H. Dehérain, Saladin, Pingaud, etc., vient de se constituer pour élever à Dakar un monument funéraire à la mémoire de Paul Blanchet, ce jeune explorateur enlevé par la fièvre jaune au moment où il venait d'achever un périlleux voyage dans le Sahara occidental.

Les souscriptions sont reçues par M. L. Mazerolle, secrétaire du Comité, 91, avenue Niel, Paris (17°).

¹ WALDVOGEL : Das Verhalten der Blutgefrierpunktes beim Typhus abdominalis. *Deut. med. Wochenschr.*, 1900, n° 46.

JOSEPH BERTRAND

SON ENSEIGNEMENT AU COLLÈGE DE FRANCE ¹

Messieurs,

La Physique n'est enseignée au Collège de France que depuis un peu moins d'un siècle et demi. Seules parmi les sciences, les Mathématiques ont, dès l'origine du Collège, été l'objet d'un enseignement régulier, à côté de la Philosophie et des Langues orientales et anciennes. L'une des deux chaires de Philosophie grecque et latine, depuis longtemps réservée à la culture scientifique, et qu'avait illustrée Varignon de 1694 à 1722, était occupée depuis trois ans par le mathématicien Jean Cousin, lorsqu'en 1769 elle devint la chaire de Physique générale.

Cousin y enseigna, jusqu'en 1800, tantôt le Calcul différentiel et intégral, tantôt la Mécanique, tantôt la Mécanique céleste. Il eut pour successeur en 1801, Biot, qui en resta titulaire jusqu'à sa mort, survenue en 1862, et fut remplacé immédiatement par M. J. Bertrand. C'est vers le commencement du siècle, à une époque que la disparition des archives en 1823 nous laisse ignorer, qu'une chaire de Mécanique, occupée par Lefèvre-Gineau depuis 1786, fut transformée en chaire de Physique générale et expérimentale, et que la chaire de Biot prit le titre, qu'elle porte encore aujourd'hui, de Physique générale et mathématique.

La chaire de Physique générale et mathématique n'a donc eu jusqu'ici que trois titulaires :

Cousin, de 1766 à 1801;

Biot, de 1801 à 1862;

Joseph Bertrand, de 1862 à 1900.

Mais, à ne considérer que les titulaires, on se ferait une très fausse idée de la variété de l'enseignement et du nombre des professeurs qui s'y sont succédé. Dès 1816, Biot se faisait remplacer par Cauchy, qui enseigna — « en cas d'absence ou de maladie du professeur », telle était la formule — de 1816 à 1830. Puis, vinrent Lévy (1830-1832), le trop célèbre Libri (1832-1833), Pontécoulant (1833-1836); puis, Liouville (1837-1843), Le Verrier (1843-1846), Delaunay (1846) et enfin M. Joseph Bertrand en 1847.

Biot, aussi astronome ou géodésien que physicien, avait donné le ton à son enseignement; l'Analyse, la Mécanique rationnelle, la Mécanique céleste tiennent infiniment plus de place dans les pro-

grammes annuels que la Physique mathématique. Des programmes des leçons de Cauchy, un seul nous a été conservé, celui de l'année 1827-1828 : « Méthodes générales à l'aide desquelles on peut résoudre les principales questions de Physique mathématique. »

Liouville a traité successivement : des méthodes générales d'intégration en Physique mathématique ; de l'équilibre électrique et des problèmes analogues ; de la précession et de la nutation ; des intégrales définies et de leurs applications ; de la Mécanique rationnelle et ses applications ; des théories de Laplace, Fourier et Poisson en Physique mathématique ; des forces inversement proportionnelles au carré de la distance et des phénomènes physiques qu'elles produisent. Le Verrier et Delaunay revinrent à la Mécanique céleste.

Depuis l'année 1847, c'est Joseph Bertrand qui occupa effectivement la chaire, d'abord remplaçant en cas d'absence ou de maladie le titulaire, Biot, puis titulaire lui-même, après la mort de Biot.

Né en 1822, M. Bertrand n'avait, en 1847, que vingt-cinq ans ; d'autres, à cet âge, donnent à peine des espérances ; c'était de ses travaux, et non des moindres de sa longue carrière, que se recommandait déjà le tout jeune remplaçant de Biot. Dès 1839, élève à l'École Polytechnique, il avait publié dans le *Journal de Liouville* une *Note sur quelques points de la Théorie de l'Électricité*, dans laquelle, partant de l'équation de Poisson, il démontrait très simplement :

1° Que l'électricité se porte à la surface des conducteurs ; 2° Que la densité superficielle est nulle au point de contact de deux conducteurs de forme quelconque ; 3° Que la densité superficielle est infinie à l'extrémité d'une pointe ou d'une arête vive ; d'où le pouvoir des pointes ; 4° Que l'expression ($4\pi\rho$) de la force électrique au voisinage de la surface d'un corps électrisé est valable quelle que soit la distribution de l'électricité dans la profondeur très petite de la couche mince ; 5° Que la distribution superficielle sur une sphère est incompatible avec toute loi d'action autre que la loi de Coulomb.

Ces énoncés suffisent pour caractériser, dès ce premier travail, la curiosité propre à M. Bertrand, en Physique mathématique : c'est avec le goût des démonstrations simples et directes, la recherche du minimum de principes physiques indépendants nécessaire à la théorie, et réciproquement un cer-

¹ Leçon d'ouverture du Cours de Physique générale et mathématique au Collège de France, le 19 décembre 1900.

tain art de rattacher les lois quantitatives à des résultats d'observation très généraux, et dont l'énoncé: *l'électricité se porte à la surface des conducteurs*, compréhensible pour tout le monde, employant à peine les termes géométriques les plus simples, pourrait paraître vide de toute conséquence numérique. Mais, ne nous y trompons pas, la démonstration, d'une si classique élégance, que tout le monde connaît, n'est pas l'œuvre du jeune élève de l'École Polytechnique; c'est en 1873 seulement, en enseignant la théorie de l'Électricité au Collège de France, que M. Bertrand a fait connaître cette démonstration simple et directe, accessible sans efforts à tout élève de mathématiques élémentaires¹.

Quelques années après ces Notes parurent d'importants Mémoires de Géométrie et d'Analyse; l'un d'eux, sur la théorie des surfaces à la fois triplement isothermes et orthogonales, était couronné en 1843 par l'Académie des Sciences et parut en 1848, dans les *Mémoires de Savants étrangers* et dès 1844 dans le *Journal de Liouville*; la nécessité d'une condition pour qu'un système triple orthogonal soit triplement isotherme y est, pour la première fois, établie; pour les systèmes de révolution, il faut que les méridiennes soient des isothermes du plan. Dans un second Mémoire, nous trouvons une généralisation du théorème d'Euler et de celui de Monge; une démonstration géométrique très simple du théorème de Dupin (les surfaces triplement orthogonales se coupent suivant leurs lignes de courbure); puis, une proposition capitale d'Optique géométrique: « La loi des sinus est la seule qui permette à un système de rayons normaux à une surface avant réfraction d'être encore normaux à une autre surface après réfraction »; et accessoirement, des démonstrations géométriques très simples des propriétés que Sturm avait découvertes par l'analyse pour les pincesaux de rayons.

Les *Comptes Rendus* de 1846 contiennent en deux pages nettes et précises le résumé d'un Mémoire sur la propagation du son dans les milieux hétérogènes, lorsque l'intégration est possible; je ne sais si le Mémoire a jamais paru.

Ne voulant m'occuper ici que du géomètre-physicien, je me contente de rappeler que plusieurs mémoires classiques de Mécanique pure, de Mécanique céleste et d'Analyse datent de la même époque.

Après tant d'années d'enseignement de la Mécanique céleste dans la chaire de Biot, voici enfin la Physique qui apparaît avec l'*exposé comparatif des diverses théories auxquelles les géomètres ont*

tenté d'assujettir les phénomènes de la capillarité, pour le premier semestre de 1847, et, pour le second, les *travaux des géomètres sur les conditions d'équilibre des principes électriques dans les corps conducteurs*; l'année suivante (1848-1849), la *théorie mathématique de la Chaleur*.

Comment connaître la physionomie de ces premiers cours du jeune et déjà célèbre géomètre? A quels souvenirs faire appel? Si jeunes qu'on les suppose, les auditeurs de ces leçons devaient l'être à peine autant que le maître; en reste-t-il un seul encore aujourd'hui qui puisse satisfaire notre curiosité?

Quant au sujet principal du cours, le Mémoire de 1848 sur la théorie des phénomènes capillaires nous le fait connaître¹:

« Pour éviter diverses difficultés de la théorie de Laplace, signalées par Poisson dans son beau Mémoire sur les phénomènes capillaires, M. Gauss s'est attaché à prendre pour base unique de ses raisonnements le principe des vitesses virtuelles; mais, comme il le dit lui-même, cet illustre géomètre avait en même temps pour but de donner un exemple de l'application du calcul des variations à une question relative aux intégrales multiples: il a donc dû, pour exposer cette théorie d'une manière générale, rejeter les nombreuses simplifications géométriques qui auraient pu se présenter à lui. Le but que je me suis proposé dans ce Mémoire est précisément de faire connaître la méthode de M. Gauss et les simplifications dont elle est susceptible et qui la rendent, si je ne me fais pas illusion, la plus facile de celles qui ont été proposées jusqu'ici.

« Après avoir donné une démonstration nouvelle des résultats obtenus par M. Gauss, je me suis efforcé d'appliquer sa méthode à des questions assez simples pour qu'on pût comparer l'expérience aux résultats fournis par l'analyse. »

Il est bien curieux de constater dès ce moment, et à propos d'un Mémoire du géomètre pour lequel M. Bertrand a toujours professé l'admiration la plus complète et la plus absolue, ce goût intransigeant pour ce qui est *pur*, comme disait Poinsot, et vraiment achevé. Dans le Mémoire de Gauss, on trouve quelques indications, que l'auteur lui-même déclare incomplètes et provisoires, au sujet de l'extension d'un liquide sur un solide, et de quelques conditions auxquelles doit probablement satisfaire la loi d'action des molécules du solide sur celles du liquide. Ce ne sont que des vues rapides sur un sujet à peine exploré encore aujourd'hui; c'est presque l'annonce d'un Mémoire ultérieur, jamais

¹ *Journal de Physique*, t. II, p. 418, 1873.

¹ Mémoire sur la théorie des phénomènes capillaires, *Journal de Liouville*, 1848, t. XIII, p. 185.

paru, que je sache; on ne soupçonnerait pas leur existence à la lecture du Mémoire de M. Bertrand. En parla-t-il dans ses leçons? et qu'en pensait-il?

Probablement ces pages l'intéressèrent peu. Géomètre avant tout, et regardant la Mécanique céleste et la Théorie de la Chaleur de Fourier comme les deux modèles parfaits de la Physique mathématique, M. Bertrand ne devait pas s'attarder longtemps dans le domaine de la Physique moléculaire.

De 1849 à 1853, les affiches annoncent des leçons de Mécanique rationnelle ou de Mécanique analytique; de 1853 à 1863, la Physique mathématique et la Mécanique céleste apparaissent à titre d'applications d'un enseignement principalement analytique ou géométrique; et il en est à peu près de même les années suivantes. C'est par leur caractère mathématique que les questions physiques sont groupées, comme le montrent clairement certains programmes, tels que *Intégration des équations différentielles linéaires et étude des phénomènes physiques dont elles font connaître les lois, 1858-1859*, ou *Propriétés de quelques-unes des fonctions transcendantes qui se rencontrent le plus souvent dans les applications des Mathématiques à la Physique et à la Mécanique, 1859-1860*.

Après avoir été suppléé pendant l'année 1866-1867 par M. Darboux, et avoir résumé dans un rapport magistral les *progrès de l'Analyse mathématique en France*, M. Bertrand reprend ses leçons, et les renouvelle entièrement. En 1868, il étudie les *Forces réciproques au carré de la distance dans diverses théories physiques*, et particulièrement dans celles de l'*Électricité et du Magnétisme*; en 1873, la *théorie de l'Électricité*.

Trois années de suite, 1869-1872, sont consacrées aux *Lois mathématiques relatives à l'action et à la transformation des forces physiques*. Suppléé par M. Maurice Lévy pendant deux années, 1874-1876, M. Bertrand traite, pendant les deux années suivantes, 1876-1878, d'un sujet qu'il avait déjà plusieurs fois abordé, et qu'à cette époque encore on ne pouvait apprendre en France qu'en allant l'écouter: les *Équations aux dérivées partielles et leurs applications*. Suppléé de nouveau de 1878 à 1885, par M. Maurice Lévy, puis en 1886 par l'infortuné Laguerre, M. Bertrand se décida enfin à reprendre une dernière fois chacun des principaux objets de ses leçons antérieures, et à leur donner cette forme définitive et achevée que nous admirons dans les trois livres qui sont comme son testament de géomètre-physicien: *La Thermodynamique*, parue en 1887, le *Calcul des probabilités*, en 1889, et enfin les *Leçons sur la Théorie mathématique de l'Électricité*, en 1890, livres que cha-

cun de nous pourra longtemps encore lire et méditer, comme les grands classiques de la Science.

Personnels par le choix des matières traitées, personnels par l'ordre adopté, par les méthodes toujours sûres et rapides, autant au moins que par le style net et concis, ces livres ne contiennent pas une page qui ait pu être pensée et écrite par un autre que par M. Bertrand. Si universellement connus qu'ils soient, me permettrai-je d'en dire quelques mots?

« Le Calcul des probabilités, où il est si facile de se tromper, dit M. Maurice Lévy, où les plus grands se sont trompés, a naturellement dû attirer le maître critique sûr de ses propres jugements. » C'est le fruit de ses fines et pénétrantes réflexions sur ces sujets délicats que M. Bertrand nous a donné dans son livre: « J'ai cherché, dit-il dans sa préface, à faire reposer les résultats les plus utiles et les plus célèbres du Calcul des probabilités sur les démonstrations les plus simples. Bien peu de pages, je crois, pourront embarrasser un lecteur familier avec les éléments de la science mathématique. Si le signe f s'introduit quelquefois, il suffit presque toujours d'en connaître la définition.

« Je me suis efforcé, à l'occasion de chaque question, de marquer avec précision le degré de certitude des résultats, et les limites nécessaires de la science. »

L'Introduction, sous le titre « Les lois du hasard », attire l'attention du lecteur sur la plupart des questions controversées, et le prévient des véritables difficultés qu'il rencontrera sur la route, d'autant plus dangereuses qu'elles sont cachées dans des prémisses incomplètes, dans des énoncés précis en apparence indéterminés en réalité. Averti par cette introduction, non seulement de la nature des difficultés, mais de l'attention soutenue et toujours en éveil qu'exigera l'étude du livre entier, le lecteur jouit alors du plaisir de deviner presque partout le point précis où git toute la finesse du raisonnement, et de la surprise, plus instructive encore, d'être tout à coup en présence d'un de ces énoncés insuffisants, auxquels M. Bertrand excellait à donner leur forme paradoxale, laissant au lecteur le soin de dénouer complètement le nœud qu'il lui offrait à demi desserré seulement.

D'un avis unanime, cet ouvrage est et restera un chef-d'œuvre.

Rappellerai-je le chapitre ix de la *Thermodynamique* sur les propriétés des vapeurs saturantes, et ces exemples si élégants de l'extraordinaire écart entre les valeurs qu'on peut attribuer aux constantes d'une formule, sans cesser de satisfaire également bien aux expériences? Quelle leçon de prudence pour ceux qui cherchent à interpréter les constantes numériques des formules, et à leur

arracher le secret de quelque grandeur liée à la constitution du corps étudié !

C'est peut-être dans les substantiels résumés qui précèdent les treize chapitres des *Leçons sur la Théorie mathématique de l'Électricité*, qu'il est le plus facile de saisir dans quelle direction particulière s'est exercé l'effort de M. Bertrand en Physique mathématique. Dans ce livre, qui, à l'époque de son apparition, a autant étonné par l'exclusion systématique de certaines questions passionnantes, qu'il a séduit par l'élégant, rigoureux et toujours simple enchaînement des idées, M. Bertrand, plus soucieux de précision que d'actualité, a repris d'abord la théorie des forces qui agissent en raison inverse du carré de la distance. Comme autrefois, à propos des systèmes triplement orthogonaux et isothermes, il se demande, à propos des *lignes de force*, d'un si constant usage en Électricité, à quelles conditions un champ de forces peut être ainsi représenté, et conclut que la condition nécessaire et suffisante est que les forces obéissent à la loi de Newton. Dans le chapitre suivant, nous trouvons la démonstration, classique maintenant, de la loi de Coulomb comme conséquence nécessaire de la distribution superficielle de l'électricité sur les conducteurs. Et plus loin, dans les chapitres VIII et IX sur les actions électromagnétiques et électrodynamiques, dont les principaux résultats avaient déjà paru dans le *Journal de Physique*, les lois d'Ampère et de Gauss sont obtenues par la voie la plus simple, et en réduisant au minimum les emprunts à l'expérience; une partie des expériences fondamentales invoquées par Ampère était inutile, et personne ne s'en était encore aperçu !

C'est sous l'empire de la même préoccupation que, bien des années auparavant, M. Bertrand avait montré qu'une seule des lois de Képler suffit à établir la loi de la gravitation universelle.

Constituer une science d'une rigueur et d'une pureté comparables à celles de la Géométrie ou de la Mécanique céleste, en ajoutant à l'admirable Théorie mathématique de la Chaleur de Fourier, et à quelques travaux sur l'Hydrodynamique et la propagation du son, un chapitre de Thermodynamique et un chapitre d'Électricité, pas très étendus mais parfaits, fondés sur des principes incontestables aussi peu nombreux que possible, développés avec une rigueur mathématique impeccable dans sa simplicité, telle me paraît avoir été la tâche accomplie par Joseph Bertrand, comme professeur de Physique mathématique.

Quant à la savoureuse perfection de la forme, il avait appris de Poinsoot comment on l'obtient. L'ayant autrefois aidé dans la correction, vingt fois reprise, de quelques-unes de ses œuvres; et nous

pouvons répéter à son sujet ce qu'il dit de ce maître de style mathématique :

« Poinsoot, pour la langue mathématique, était un véritable dilettante; un mot incorrect, l'enchaînement illogique de deux idées faisaient éprouver à son esprit la même souffrance qu'un accord faux à une oreille musicale; il pardonnait les lapsus et les signalait avec bonne humeur, mais, si l'auteur, dûment averti, voulait nier sa faute, ou y paraissait indifférent, il était condamné sans retour. Où la correction du langage est inconnue, il ne faut pas, disait-il, introduire la Géométrie. »

Quelque admiration que M. Bertrand ait exprimée, et à bien des reprises, pour les immortelles découvertes de Fresnel, il ne les a jamais prises explicitement pour sujet de son enseignement au Collège de France. Jamais non plus il n'a enseigné la théorie de l'élasticité des solides, bien qu'il ait consacré à Lamé l'un de ses plus éloquents éloges.

Serait-ce qu'il partageât l'opinion du géomètre français avec lequel son esprit avait le plus d'affinité, dont il ne se lassait ni d'admirer les œuvres, ni de citer les traits mordants: son seul maître et rival dans la connaissance du XVIII^e siècle, Poinsoot?

« Pour traiter mathématiquement des corps solides, il fallait tout d'abord, suivant lui, qu'on voulût bien en accepter une définition mathématique. Ma canne, disait-il souvent, n'est pas un corps solide; non seulement elle peut rompre, mais elle plie, ce qui est cent fois pis. Deux molécules d'un corps solide sont placées par la rigidité à distance invariable l'une de l'autre; nulle force n'est capable de les écarter ou de les rapprocher; nulle influence ne peut les faire vibrer. Les corps élastiques ou ductiles ne sont pas des solides; leur définition grossière ne peut s'exprimer par des équations; elle est incompatible avec la pureté géométrique. Le vrai géomètre doit s'établir solidement sur un terrain inébranlable et ne pas heurter ses instruments délicats à une réalité confuse et mal définie, qui se dérobe et se dissipe quand on veut la serrer de près. »

Telle est la voie absolument exclusive dont Poinsoot n'a jamais voulu sortir; lui seul peut-être pouvait dire aux savants les plus illustres de son époque: « Je vous ignore » et marcher auprès d'eux en restant leur égal. Il a vu naître les plus grandes découvertes du siècle et les a tenues dans l'indifférence; ni la théorie des ondes lumineuses, ni celle de la polarisation, ni l'électricité dynamique, ni la théorie mathématique de la chaleur, ni celle de l'élasticité, ni les propriétés des fonctions imaginaires et des fonctions doublement périodiques n'ont pu, même pour un jour, captiver son attention. Curieux de la théorie des corps solides, il la séparait entièrement de celle des corps

élastiques ; ni Navier, ni Poisson, ni Cauchy, ni Lamé, pour lequel il eut toujours une si haute estime, n'ont réussi à lui faire discuter leurs principes : « Ils parlent de pressions obliques, disait-il, avec répugnance, cela n'est pas pur, une pression est toujours normale, » et, éloignant de son esprit cette image et cette locution importunes, il reposait aussitôt sa vue sur les corps abstraitement, c'est-à-dire absolument rigides, et terminés par des surfaces géométriques d'un poli tellement parfait, qu'on ne doit pas même en parler. « Un poli imparfait, une surface rugueuse, qu'entendez-vous par là, je vous prie, en tant que géomètres ? »

Retenons cette réserve : « en tant que géomètres ». Quelle que fût l'étendue de sa curiosité pour toutes les connaissances humaines, *en tant que géomètre*, Joseph Bertrand faisait la distinction très nette entre la Physique expérimentale, même accompagnée de beaucoup de formules mathématiques, souvent trop, pensait-il, et la Physique mathématique. Il y a insisté à bien des reprises, en particulier au début de ces quatre articles parus en 1869 dans le *Journal des Savants* sous le titre : « Renaissance de la Physique cartésienne », et qui sont le seul vestige qui nous reste du livre qu'il avait alors écrit sur la Thermodynamique, dont le manuscrit fût brûlé en 1871, en même temps que celui du troisième volume de son admirable *Traité du Calcul différentiel et intégral*, et toute sa précieuse bibliothèque.

Après avoir rappelé la loi de l'attraction universelle, il ajoutait : « Mais les combinaisons chimiques, les propriétés des corps solides, liquides ou gazeux, les phénomènes de chaleur, de lumière et d'électricité, révèlent d'autres forces, dont la loi nous échappe complètement ; un tel problème ne saurait se résoudre. Depuis longtemps déjà les efforts des physiciens les plus perspicaces tendent seulement à supprimer la difficulté par la découverte de lois générales qui, applicables à toutes les hypothèses, soient indépendantes d'une expression précise, peut-être à jamais cachée. La hardiesse d'une telle tentative devait *a priori* laisser peu d'espoir, car la géométrie n'aborde d'habitude que les questions nettement posées. Lorsqu'un astronome considère, en même temps que le Soleil, la Terre et la Lune, qui circulent autour de lui, les positions précises des trois astres lui sont données, des raisonnements incontestés lui font connaître les rapports des trois masses, la loi des forces que chaque corps exerce sur les deux autres est connue en toute rigueur, et la détermination du mouvement qui en résulte reste pourtant, après deux siècles de progrès, l'un des problèmes les plus difficiles qui sollicitent l'effort des esprits inventeurs. Quel espoir raisonnable, après cela, d'aborder mathématiquement

l'étude d'un corps simple ou composé, élastique ou mou, solide, liquide ou gazeux ? Comment soumettre à l'analyse les mouvements confus de ces innombrables molécules, dont la disposition reste inconnue aussi bien que les masses, et qui s'attirent suivant des lois inaccessibles à nos hypothèses ? Les molécules, même dans l'état de repos apparent, ne restent pas, suivant les idées les plus vraisemblables, un seul instant immobiles, et de rapides mouvements, dont l'intensité varie avec la température, sont aujourd'hui l'explication acceptée des phénomènes calorifiques. Ces mouvements sont-ils rectilignes ou révolutifs, dirigés dans un sens ou dans l'autre ? Les orbites sont-elles orientées ou réglées par le seul hasard ? Leurs dimensions se mesurent-elles par quelques millièmes ou quelques billionnièmes de millimètre ? Sur tout cela nous ne savons rien. Nous ne conjecturons même absolument rien. »

« Des forces inconnues agissant sur un système qui n'est pas défini, telles sont en apparence, en réalité on peut le dire, les données du problème. On ne l'a pas résolu, est-il besoin de le dire, mais plus d'un résultat précis, inattendu et confirmé par l'expérience, justifie la témérité de ceux qui l'ont résoluement abordé. Quels que soient les progrès ultérieurs de la Science, les travaux dont nous voulons rendre compte conserveront à jamais une place importante dans l'histoire des conquêtes de l'esprit humain.

« Un géomètre pur, je crois l'avoir fait comprendre, doit néanmoins se trouver *a priori* fort peu attiré par une théorie aussi vague ; n'est-ce pas une témérité inouïe que d'aborder un problème réellement informé et dont l'énoncé même ne peut être distinctement perçu ? L'Analyse restera toujours impuissante à débrouiller une si étrange confusion, et l'on n'a pas su encore, même par voie d'hypothèse, s'élever jusqu'aux principes précis dans lesquels la solution est cachée. Les données qu'un géomètre demanderait avant de s'appliquer à un tel problème, je veux dire l'indication exacte et parfaite de l'état initial et la loi des actions mutuelles, sont aujourd'hui encore au nombre des inconnues. Sans espérer une solution impossible, on doit donc se borner à glaner les résultats indépendants de ces éléments ignorés sur lesquels pourtant tout repose.

« Le progrès des Mathématiques pures n'a rien à espérer, cela paraît évident, de ces théories incomplètes, et leur étude n'a pu conduire les inventeurs, si habiles et si ingénieux qu'ils soient, à aucun de ces beaux problèmes qui, fort éloignés du but qu'ils veulent atteindre, viennent enrichir cependant et orner les travaux de Fourier, de Fresnel et d'Amperè ; les recherches nouvelles restent renfermées

dans le pur domaine de la Physique; on n'y peut rencontrer, selon toute apparence, que l'application toujours très simple des principes généraux depuis longtemps connus, et sans être, sous le rapport philosophique, inférieures peut-être aux plus illustres progrès de la Science, les théories nouvellement créées leur cèdent en ceci, que la Géométrie, en leur prêtant un précieux concours, n'en a jusqu'ici rien reçu en échange. »

Et quelques années plus tard (1872), parlant, dans le *Journal des Savants*, de la Théorie mathématique de l'Électricité : « Lorsque les données d'un problème de Géométrie sont insuffisantes ou surabondantes, la question, mal posée, est, d'un commun accord, regardée comme non avenue. Demandez, par exemple, à un géomètre une ellipse passant par trois points donnés ou une hyperbole ayant cinq points donnés et une asymptote connue, il refusera son attention à de tels problèmes, en demandant, dans le premier cas, deux points de plus, et déclarant, dans le second, que l'asymptote donnée en trop rend la solution impossible.

« Les physiciens sont moins absolus et doivent l'être. Lorsque l'étude attentive d'une question ne fournit pas toutes les données indispensables à l'application du calcul, on y supplée par des hypothèses. L'expérience, dans d'autres cas, intervient, dans la solution d'un problème trop difficile, pour fournir directement des données qu'une théorie plus avancée pourrait déduire d'un calcul rigoureux, comme conséquence nécessaire des principes acceptés. Les hypothèses, enfin, peuvent être multipliées parfois au delà de ce qui serait logiquement nécessaire, et l'imperfection évidente des théories qui en résultent ne saurait en faire méconnaître l'utilité.

« La critique des théories physico-mathématiques exige donc une grande tolérance; il serait injuste de repousser *a priori* toute démonstration imparfaite; car ce qui n'est pas définitif peut avoir et conserver longtemps encore une importance véritable.

« En portant, dans les questions physiques, l'inflexible rigueur de la Géométrie, on s'exposerait à condamner, au grand détriment de la Science, la presque totalité des théories proposées et des travaux justement admirés depuis le commencement de ce siècle, presque tous renfermant des lacunes que l'avenir sans doute ne fera disparaître que bien lentement.

« Faut-il conclure que, sur ce terrain d'accès difficile, une liberté illimitée est acquise à quiconque ose s'y établir? Personne, je le suppose, ne voudrait réclamer un aussi dangereux privilège. Plus d'un auteur pourtant a souvent dépassé les bornes

raisonnables de la tolérance la plus large, et l'absence de toute critique, en pareille matière, a pu devenir un danger pour la science; plus d'un Mémoire appuyé sur l'autorité d'un nom illustre est devenu classique dans l'Europe entière, a été reproduit dans les livres didactiques et enseigné dans les écoles sans qu'aucune voix s'élevât pour en signaler les contradictions.

« Je viens d'écrire le mot qui, dans le domaine des hypothèses, marque la distinction entre la hardiesse et l'erreur. Chacun peut adopter librement les principes que lui suggère son génie; l'état actuel de la Science n'en impose aucun comme démontré et certain; mais, quand on a choisi, quand on a énoncé nettement les hypothèses, il doit être interdit d'en produire d'autres qui les contredisent, ou de proposer comme conséquence ce qui n'en résulte nullement. Quand un problème, enfin, à l'aide d'hypothèses, quelles qu'elles soient, est transformé en une question d'analyse pure, la rigueur des déductions ultérieures peut et doit être absolument exigée.

« Tel est l'esprit dans lequel j'ai abordé l'examen des principaux travaux publiés depuis vingt-cinq ans sur la Théorie mathématique de l'Électricité. Tolérance absolue pour les hypothèses, fussent-elles surabondantes, condamnation de celles qui sont contradictoires, examen sévère des raisonnements et des calculs proposés dans la partie mathématique de la théorie, telles sont les conditions que je me suis efforcé de remplir. Les critiques que je veux produire dans cet article ont été exposées dans des leçons au Collège de France, et l'auditoire, très éclairé, qui m'a fait l'honneur de les suivre, ne les a pas jugées trop sévères. »

De ce droit absolu réclamé pour la Physique mathématique d'exclure tout problème mal défini, ou traité sans rigueur, à l'aide d'approximations non justifiées, résultent bien des jugements qui ont paru sévères aux purs physiciens. Une difficulté escamotée dans un calcul causait à M. Bertrand une véritable souffrance, et les auditeurs de son cours de 1888-89 ont pu entendre exprimer, avec la même vivacité que ceux de 1873-74, — si je compare mes souvenirs à l'article du *Journal des Savants* que je viens de citer, — de vives critiques au sujet de la manière, incontestablement arbitraire, de supprimer l'action électrostatique des parties lointaines, dans la théorie de la propagation de l'électricité le long des câbles.

« Les équations de la propagation de l'électricité dans un conducteur à trois dimensions ont été formées; elles reposent sur des principes douteux, et aucune de leurs conséquences, jusqu'ici, n'intéresse la Physique, lisons-nous dans la préface

des *Leçons sur la Théorie mathématique de l'Électricité*. Sans ignorer l'importance de la question, j'ai dû la passer sous silence.

« J'en pourrais dire autant de plus d'un problème dont la solution a été proposée, et quelquefois acceptée, avec raison peut-être; car certaines questions s'imposent, et doivent être résolues, bien ou mal. L'origine et le but de ce livre me laissaient toute liberté. »

Bien différent de ses livres était l'enseignement oral de M. Bertrand; on s'en ferait une très imparfaite idée, si l'on croyait qu'il n'y admettait que ce qu'il a jugé assez achevé, assez précis et rigoureux pour mériter de figurer dans une exposition dogmatique et condensée.

Quand on n'a pas eu le plaisir d'entendre ces leçons si variées et si vivantes, cette critique si pénétrante et si ferme, c'est à la lecture des innombrables articles du *Journal des Savants* qu'on peut demander une jouissance analogue.

M. Bertrand succéda à Biot au *Journal des Savants* en 1862, comme au Collège de France. C'est depuis cette époque qu'il nous devient facile de suivre le mouvement incessant de cette curiosité toujours en éveil. Analyse de livres récents de sciences pures ou appliquées, discussions historiques sur l'invention du Calcul infinitésimal, études de biographie scientifique sur les fondateurs de l'Astronomie et sur ceux de la Mécanique céleste, sur Lagrange, Clairaut, Huygens et leurs correspondants, articles d'ensemble sur l'Académie et les académiciens d'autrefois, sur la Renaissance de la Physique cartésienne, se rencontrent à côté d'autres sur les torrents des Hautes-Alpes, sur la culture des huîtres, sur les transformations de la marine de guerre, sur l'administration des Ponts et Chaussées sous l'ancien régime. Moins limés que les éloges, ces innombrables articles sont d'une étonnante variété de ton; les uns semblent de polémique presque agressive et personnelle, comme ceux dans lesquels sont accumulées contre ce malheureux Descartes (1893) les preuves trop certaines, tirées de sa correspondance, qu'il n'a pas compris grand'chose au génie de Galilée; les autres sont des hommages d'une sympathie touchante et discrète, comme celui de 1870, sur les tables de logarithmes à 27 décimales pour les calculs de haute précision, par Fédor Thoman. Les uns sont presque de simples récits d'aventures, comme ceux de 1865 et de 1866 sur la pose des premiers câbles sous-marins d'Europe aux États-Unis, ou certaines parties des articles sur les étoiles filantes (1873) et sur la figure de la Terre (1874). Les autres sont des exposés, d'une précision et d'une netteté merveilleuses, de résultats obtenus

par les plus éminents géomètres sur les parties les plus abstraites de la Science, à propos du *Traité d'Algèbre supérieure* de Serret (1866), de l'*Étude des surfaces algébriques*, par Clebsch, 1867, des *Travaux mathématiques* de Plücker en 1867, ou des *Vorlesungen über Dynamik* de Jacobi en 1873.

N'oublions pas l'exquis et admirable récit de la vie du bon et infatigable Euler; la vie et les ouvrages de Papin; les œuvres complètes de Plücker, les découvertes de Faraday; la délicate analyse de la touchante correspondance de jeunesse d'Ampère; et plus récemment, en 1893, ces articles empreints d'une si chaude sympathie pour l'illustre et infortuné Robert Mayer.

Quelle activité qu'il consacra à l'Académie des Sciences, et aux Sociétés qui secourent les savants en détresse, quelque coquetterie qu'il mit à polir ses éloges académiques, et à doser l'ironie caractéristique de ce genre littéraire, M. Bertrand a toujours trouvé le temps de beaucoup lire; non pas seulement des œuvres littéraires ou historiques, comme pouvaient croire ceux qui connaissaient surtout en lui le membre de l'Académie française, le causeur inépuisable. Fidèle à ses anciennes amitiés, Bertrand parlait encore de Lagrange en 1892, à propos du dernier volume de ses œuvres éditées par les soins de l'Académie, et d'Huygens en 1896 et 1898; de la forme de la Terre, à propos des travaux du commandant Delforges et de l'ingénieur Lallemant, en 1895; du transport électrique de la force, en 1882-83-84, à propos des célèbres expériences de M. Marcel Deprez; et plus récemment, en 1895, de ce livre de Mécanique, étrange et admirable, de Hertz, qui donne, entre autres choses, une portée si inattendue au principe de la moindre contrainte de Gauss, depuis longtemps mis en lumière par M. Bertrand dans une de ses précieuses Notes à la *Mécanique analytique* de Lagrange.

L'en ai dit assez, j'espère, pour engager la plupart d'entre vous, Messieurs, à se procurer cette rare jouissance, aussi littéraire que scientifique, que je viens d'éprouver moi-même, en relisant dans le *Journal des Savants* les cent et quelques articles, dont trop peu ont été réunis en volumes.

Parlerai-je des éloges académiques, où revivent, marqués de traits si typiques, Arago, Poncelet, Lamé, Dupin, Foucault, Tisserand, et tant d'autres, géomètres et ingénieurs, astronomes et physiiciens, qui furent ses maîtres, ses amis ou ses élèves? Nul mieux que M. Bertrand n'a réussi à montrer l'homme dans le savant, et à faire comprendre l'importance de ses travaux, et leur place dans la Science générale.

Entre tant de citations qu'il serait agréable de faire, j'en choisirai deux seulement, l'une relative

à Ampère, l'autre à Lamé. La faculté critique, si pénétrante chez M. Bertrand, n'avait nullement tari la source de l'enthousiasme et de l'admiration.

« Ampère a fait, en Physique, une des plus grandes découvertes du siècle, celle des actions électrodynamiques, et par là, bien plus que par l'idée du télégraphe électrique, il a pris rang à côté d'Erstedt. La place est glorieuse assurément, mais Ampère en a mérité une bien plus haute encore; c'est à Newton tout au moins qu'il faut le comparer. Les phénomènes complexes et, en apparence, inextricables, de l'action de deux courants, ont été analysés par lui et réduits à une loi élémentaire à laquelle cinquante ans de travaux et de progrès n'ont pas changé une seule syllabe.

« Le livre d'Ampère est aujourd'hui encore l'œuvre la plus admirable produite dans la Physique mathématique depuis le Livre des Principes. Jamais plus beau problème ne s'est rencontré sur la voie d'un plus grand génie. Par un bonheur bien rare dans l'histoire des sciences, tout, ici, appartient à Ampère. Le phénomène entièrement nouveau qu'il a deviné, c'est lui qui l'a observé le premier; c'est lui seul qui en a varié les circonstances pour en déduire les expériences si élégantes qui servent de base à la théorie; lui seul, enfin, qui, avec un rare bonheur, a exécuté tous les calculs et inventé toutes les démonstrations. Ampère a révélé une loi d'attraction nouvelle plus complexe et plus malaisée sans doute à découvrir que celle des corps célestes. Il a été à la fois le Képler et le Newton de la théorie nouvelle, et c'est sans aucune exagération qu'aujourd'hui, à un demi-siècle de distance, sans subir l'entraînement d'aucune amitié et sans complaisance pour personne, nous pouvons placer le nom d'Ampère à côté des plus illustres dans l'histoire de l'esprit humain. Aucun génie n'a été plus complet; aucun inventeur mieux inspiré n'a été mieux servi par les circonstances ¹. »

Et dans l'éloge de Lamé :

« ... Aucune main n'a touché l'éther, aucun œil ne l'a vu, aucune balance ne l'a pesé. On le démontre, on ne le montre pas; il est pourtant aussi réel que l'air, son existence est aussi certaine : si j'osais dire qu'elle l'est davantage, on m'accuserait d'exagération. Lamé cependant m'y aurait encouragé. Quoi qu'il en soit, toutes les écoles sur ce point sont d'accord. Fresnel a poussé la démonstration jusqu'à la complète évidence; il a fait plus que convaincre ses adversaires, il les a réduits au silence. L'univers est rempli par l'éther; il est plus étendu, plus universel, et peut-être plus actif que la matière pondérable; il livre passage aux corps

célestes sans leur résister ni les troubler, et vibre librement dans la profondeur des corps diaphanes. Comment croire que ce fluide, dont l'intervention accorde et concilie jusqu'aux moindres détails les faits relatifs à la lumière, n'intervient pas dans les phénomènes calorifiques? que mêlé aux molécules matérielles, il n'influe pas sur l'élasticité? et que, présent aux actions électriques, il n'y joue cependant aucun rôle? Il est, disait Lamé, le véritable roi de la nature physique. Mais en faisant de son avènement la grande préoccupation de sa vie, Lamé reconnaissait qu'on le retarderait indéfiniment peut-être, en voulant le couronner dès aujourd'hui.

« ... Soyez bien convaincus... que vos travaux tendent infailliblement, comme ont fait les nôtres, vers la découverte du principe universel de la nature physique; mais, éclairée par cette conviction qui nous manquait, votre marche sera beaucoup plus rapide que la nôtre; vous éviterez facilement les retards, les longueurs, les généralisations incidentes. Et d'abord, soyez toujours au courant des lois qu'il s'agit d'expliquer, établies par les physiiciens, les chimistes, les cristallographes et les géologues; connaissez aussi les écarts et les anomalies de ces lois, érudition qui souvent nous a manqué. Ensuite, sachez manier tous les instruments des sciences exactes, sans exception et aussi sans exagération. Arrêtez-vous pour chacun d'eux un peu au delà du point marqué par la dernière application. Recueillez ainsi toutes les méthodes analytiques, géométriques, cinématiques, utilisées par vos prédécesseurs... Si vous en négligez quelque une... un pionnier vagabond, convaincu que la découverte dont il s'agit, comme toutes les grandes applications connues, ne peut surgir que d'un mélange harmonique de l'Analyse et de la Géométrie, extraîra de vos travaux isolés les choses convenables; puis un beau jour... il dénouera le nœud gordien. Que cet adroit conquérant d'une seconde gloire newtonienne soit l'un des vôtres resté prudemment en dehors des fortifications, ou l'un des élèves du nouvel enseignement, ou tout autre, qu'il soit Italien ou Français, Anglais ou Allemand, Polonais ou Russe, cela nous serait parfaitement égal, car la découverte serait faite. Alors, la Science humaine, possédant le principe de la nature physique, marcherait à grands pas vers celui de l'organisme, et tous les savants seraient bien obligés de se ranger sous la nouvelle bannière. »

On reconnaît dans celui qui traduit, avec tant de force et d'émotion, le généreux enthousiasme de Lamé, le Secrétaire perpétuel qui, oublieux de toute controverse, n'a jamais laissé l'Académie des Sciences manquer d'honorer de ses plus hautes distinctions tous les fidèles du même culte, sans s'inquiéter de leur nationalité, et qui n'a mis en jeu

¹ J. S., 1872, p. 347. A propos de *Journal et Correspondance d'A.-Marie Ampère*. Helzel, 1872.

son influence propre et son autorité personnelle que pour faire entrer à l'Académie « un homme de génie de plus »¹.

Messieurs, je n'ai point cherché à vous faire un portrait complet de Joseph Bertrand, mais seulement à rappeler ce qu'il fut comme géomètre physicien, professeur dans cette maison, pendant cinquante ans.

Je n'ai point tenté de faire son éloge. Accueilli par lui, grâce aux liens qui m'unissent à l'un de ses fils, avec la bienveillance affectueuse qu'il répandait sur tous ses enfants et petits-enfants, c'est l'aïeul surtout que j'ai connu et aimé; c'est à ce titre seulement que, dans sa retraite de Virolay, sur cette terrasse où il aimait à s'asseoir après dîner, j'ai goûté le charme inoubliable de l'entendre évoquer tant de souvenirs lointains, pendant que la nuit tombait sur les grands bois d'alentour. Je ne puis m'empêcher de croire que la prétention de lui décerner des éloges eût paru à M. Bertrand fort impertinente de ma part; elle me paraît, à moi, tout à fait inconvenante; la distance est trop grande.

C'est à l'un de ses élèves préférés, devenu son collègue au Collège de France et à l'Institut, M. Maurice Lévy, que je laisserai la parole. Nul ne pourrait dire avec plus d'autorité ce que fut l'œuvre, ce que fut l'homme :

« Il a été un semeur d'idées, ses ouvrages classiques, avec leurs nombreux exercices, ont déterminé bien des vocations, de même que les pensées imprévues, les inspirations soudaines, qui lui échappaient au cours de ses leçons du Collège de France ont modifié bien des carrières dans le haut enseignement. Le nombre des thèses de doctorat sorties de là serait difficile à chiffrer.

« S'il jetait la vérité en prodige, par la plume et la parole, il savait aussi l'aimer et l'apprécier chez les autres. C'est pourquoi il eut beaucoup d'amis.

« Il savait en inculquer l'amour à la jeunesse, c'est pourquoi il a été un vrai maître.

« Joseph Bertrand a vraiment montré, par l'esprit, par le cœur et par ses œuvres, des vertus qui n'appartiennent qu'aux grands hommes, ces vertus rares en tous les temps, plus rares, nous assure-t-on, dans le nôtre, dont une nation a le droit d'être fière, dont elle a aussi le devoir de perpétuer la mémoire et l'exemple. »

Marcel Brillouin,

Professeur de Physique générale
et Mathématique au Collège de France.

Appendice.

C. Le Monnier, de l'Académie des Sciences et des Sociétés royales de Berlin et de Londres, Lector et professor Regius Græcæ et Latine Philosophiæ, commença à être suppléé par Jacques-Antoine-Joseph Cousin en 1766. Une affiche spéciale l'annonce en ces termes :

Deo volente

JACOBI S-ANTONIUS-JOSEPHI S

COUSIN

*Viro celeberrimo Petro Carolo Le Monnier, Professori
Lectorique Regio et Consiliario
Vicarius et Successor a Rege designatus.*

Unde vera tractandæ philosophiæ ratio, ad nostra usque tempora permanarit, pro solemnè inauguratione disseret, die Veneris quintâ mensis Decembris, anno Domini millesimo septingentesimo sexagesimo sexto, horâ post meridiem quartâ cum dimidiâ.

Physices principiâ mathematica evolvere, et quâ potissimum ratione ad questiones de motu corporum celestium revocentur explanare conabitur, diebus Martis, Jovis et Veneris, horâ decimâ cum dimidiâ.

In Regiis Franciæ auditoriis.

En 1770, la chaire change de titre : C. Le Monnier est lector *Universæ Physices*, et a toujours Cousin pour suppléant. A cette chaire s'ajoute celle de *Physices experimentalis*, en 1786.

En 1791, l'affiche du Collège Royal de France est rédigée pour la première fois en français; Cousin y est titulaire de la chaire de *Physique générale et mathématique*.

En 1801, Biot devient titulaire de cette chaire.

Cours professés par M. Bertrand suppléant de Biot.

1847-1848. I. Exposé comparatif des théories auxquelles les géomètres ont tenté d'assujettir les phénomènes de la capillarité.

II. Travaux des géomètres sur les conditions d'équilibre des principes électriques dans les corps conducteurs.

1848-1849. L'ouverture des cours eut lieu le 22 janvier 1849, au lieu du premier lundi de décembre 1848.

I. Théorie mathématique de la chaleur.

II. ?

1849-1850. I. Mécanique rationnelle.

II. *Id.*

1850-1851. I. Travaux des géomètres modernes sur la Mécanique analytique.

II. *Id.*

1851-1852. I. La Mécanique analytique, *et en particulier* la variation des constantes arbitraires dans les problèmes de Mécanique.

II. *Id.*

1852-1853. (L'ouverture des cours eut lieu le 1^{er} Février 1853 au lieu du 1^{er} lundi de décembre 1852).

I. Les travaux des géomètres sur la Mécanique analytique, *et particulièrement* les recherches postérieures à l'ouvrage de Lagrange.

II. *Id.*

1853-1854. I. Mouvement des corps célestes dans les sections coniques, *et particulièrement* les diverses méthodes proposées pour la détermination des orbites paraboliques et elliptiques d'après les observations.

II. *Id.*

¹ Discours de M. Maurice Lévy.

- 1854-1855. I. Mémoires de M. Gauss sur la Physique mathématique, la Physique et l'Astronomie.
II. *Id.*
- 1855-1856. I. Théorie du mouvement des corps solides; application à l'étude du mouvement de la terre et des phénomènes qui en sont la conséquence.
II. *Id.*
- 1856-1857. I. Tentatives faites par les géomètres pour intégrer exactement les équations différentielles du mouvement des corps célestes.
II. *Id.*
- 1857-1858. I. Principaux travaux de Cauchy qui se rapportent à la Physique mathématique et à la Mécanique céleste.
II. *Id.*
- 1858-1859. I. Intégration des équations différentielles linéaires, et étude des phénomènes physiques dont elle font connaître les lois.
II. *Id.*
- 1859-1860. I. Propriétés de quelques-unes des fonctions transcendantes qui se rencontrent le plus souvent dans les applications des Mathématiques à la Physique et à la Mécanique.
II. *Id.*
- 1860-1861. I. Développement des fonctions en séries; application de cette théorie aux questions de Physique mathématique.
II. *Id.*
- 1861-1862. (L'ouverture des cours eut lieu le lundi, 6 janvier 1862, au lieu du premier lundi de décembre 1861.)
I. Progrès que l'emploi de l'analyse infinitésimale a apportés dans l'étude des lignes et des surfaces, et les applications de la théorie générale des surfaces à l'étude des faisceaux de rayons lumineux.
II. *Id.*
- M. J. Bertrand devient titulaire à la mort de Biot.
- 1861-1862. II. Même sujet qu'au premier semestre.
- 1862-1863. I. Equations différentielles et leurs applications à la Physique mathématique.
II. *Id.*
- 1863-1864. I. Distribution de l'électricité à la surface des conducteurs et étude des fonctions transcendantes qui figurent dans cette théorie.
II. *Id.*
- 1864-1865. I. Théories de calcul intégral et leurs applications.
II. *Id.*
- 1865-1866. I. Mécanique rationnelle; particulièrement travaux antérieurs à Lagrange.
II. *Id.*
- 1866-1867. Remplacé par M. Darboux.
- 1867-1868. I. Mécanique analytique.
II. *Id.*
- 1868-1869. Forces réciproques au carré de la distance dans diverses théories physiques, et particulièrement dans celles de l'Électricité et du Magnétisme.
II. *Id.*
- 1869-1870. I. Lois mathématiques relatives à la transformation des forces physiques.
II. *Id.*
- 1870-1871 (L'ouverture des cours eut lieu, comme d'habitude, le premier lundi de décembre 1870.)
I. Lois mathématiques relatives à l'action et à la transformation des forces physiques.
II. (L'ouverture des cours du second semestre eut lieu seulement le 12 juin 1871.)
Même sujet.
- 1871-1872. I. Lois mathématiques relatives à l'action et à la transformation des forces, et particulièrement théories du Magnétisme et de l'Électricité.
II. *Id.*
- 1872-1873. I. Méthodes générales dans la Mécanique analytique; et particulièrement l'ouvrage posthume de Jacobi (*Vorlesungen über Dynamik*).
II. *Id.*
- 1873-1874. I. Théorie de l'Électricité.
II. *Id.*
- 1874-1876. Remplacé par M. Maurice Lévy.
- 1876-1877. I. Équations aux dérivées partielles et leurs applications.
II. *Id.*
- 1877-1878. I. Équations aux dérivés partielles et leurs applications.
II. *Id.*
- 1878-1885. Suppléé par M. Maurice Lévy.
- 1885-1886. Suppléé par M. Laguerre.
- 1886-1887. I. Théorie mathématique de la Chaleur.
II. *Id.*
- 1887-1888. I. Application du Calcul des probabilités à la théorie de la combinaison des observations.
II. *Id.*
- 1888-1889. I. Théorie mathématique de l'Électricité.
II. *Id.*
- 1889-1890. I. Thermo-dynamique.
II. Théorie des erreurs d'observation.
- 1890-1900. Suppléé par M. Marcel Deprez, jusqu'en 1900.

LES RÉGULATEURS EN 1900

Dans les derniers mois de 1890, M. H. Léauté, membre de l'Académie des Sciences, résumait, icimême, les grandes lignes de la théorie des régulateurs des machines¹. Il insistait spécialement, avec sa haute autorité, sur la nécessité de ne pas se borner à l'examen du régulateur considéré indépendamment de la machine, sous peine d'être conduit à des résultats dépourvus de toute valeur pratique; il mettait en évidence les avantages et les inconvénients de l'appareil de Watt, et indiquait divers moyens de le perfectionner. Il établissait aussi la profonde différence existant entre l'action directe et l'action indirecte : la première, caractérisée par la permanence de la liaison établie entre le régulateur et la valve ou la vanne d'admission; la seconde, obtenue en chargeant simplement le régulateur de mettre en jeu, à l'instant voulu, un mécanisme auxiliaire qui emprunte au moteur la force nécessaire pour produire le réglage.

La théorie des régulateurs indirects est principalement due à M. Léauté, dont le Mémoire fondamental sur les *oscillations à longue période* a paru en 1885 dans le *Journal de l'Ecole Polytechnique*.

Celle des régulateurs à action directe est beaucoup plus compliquée, parce que l'inertie des masses en mouvement exerce, dans ce cas, une influence perturbatrice, qu'on n'a pas le droit de négliger.

Le problème, déjà difficile quand il s'agit des moteurs hydrauliques, devient presque inabordable quand on veut s'occuper de la régularisation des machines à vapeur. En effet, la valve d'admission commandée par le régulateur étrangle plus ou moins la vapeur; mais son action ne se réper-

cuté sur les pièces en mouvement que d'une façon détournée. L'étranglement produit une chute de pression difficile à évaluer; en outre, la pression dans le cylindre conserve un certain degré d'indépendance, et, alors même que la valve se ferme brusquement et entièrement, la vapeur, fluide élastique, continue à travailler en se détendant. Bien

plus, en cours de détente, les mouvements de la valve sont privés de toute influence jusqu'au retour de l'admission. Observons encore qu'on ne peut négliger *a priori* les petites variations de la vitesse dues aux variations périodiques de l'action motrice. Sans doute, le volant a pour effet d'atténuer, dans une large mesure, ces oscillations à courte période; mais il ne les ferait entièrement disparaître que s'il avait une puissance infinie, et une pareille hypothèse, qui aurait pour première conséquence l'inutilité complète du régulateur, est incompatible avec l'emploi de cet appareil.

En 1895, l'Académie des Sciences avait proposé, comme sujet de concours pour le prix Fourneyron, le perfectionnement de la théorie de la corrélation entre le régu-

lateur et le volant. Dans un Mémoire que je présentai à ce concours, et qui fut couronné conjointement avec un Mémoire de M. Marié, je cherchais à éclaircir quelques-unes des difficultés qui viennent d'être signalées. Laisant ici de côté ces questions théoriques, je voudrais simplement esquisser l'état actuel de l'emploi des régulateurs, en insistant surtout sur les faits qui paraissent présenter un caractère de nouveauté.

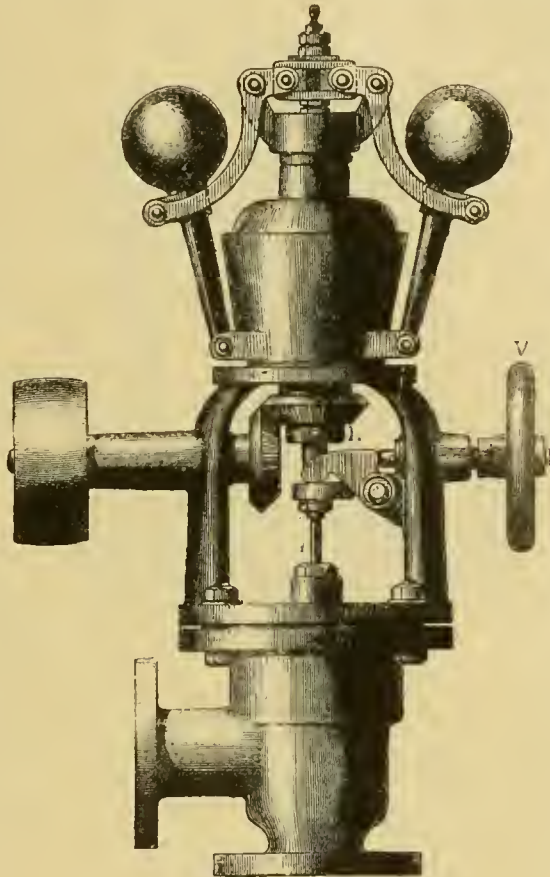


Fig. 1. — Régulateur Proell.

¹ H. LÉAUTÉ; Sur la théorie des régulateurs, *Revue générale des Sciences* des 30 octobre et 15 novembre 1890, tome 1, pages 525 et suivantes et 663 et suivantes.

rence d'un grand nombre de constructeurs. On constate seulement une tendance assez générale à faire tourner le système avec une grande vitesse, permettant l'adaptation d'un manchon très pesant. Cette disposition, imaginée depuis longtemps par Porter, donne un régulateur puissant, capable, par suite, de surmonter aisément les résistances passives de toute nature. Par contre, elle a l'inconvénient d'exagérer les effets retardateurs dus à l'inertie du manchon, et de rendre notamment ses démarrages assez lents. Une solution très employée

(type Proëll) consiste à placer les boules à l'extrémité supérieure des tiges qui les supportent ; les avantages de cette position, que représente la figure 1, paraissent assez douteux. Au lieu d'augmenter le poids du manchon, on peut, pour obtenir la puissance voulue, avoir recours à l'emploi de ressorts. Ceux-ci ont l'avantage de ne pas exagérer l'inertie du système ; en outre, ils travaillent aussi bien avec un axe de rotation horizontal qu'avec un axe vertical, ce qui permet, dans certains cas, de sim-

plifier les renvois de mouvements. Aussi les régulateurs à ressorts sont-ils d'un emploi chaque jour plus fréquent. La figure 2 en montre un exemple assez simple, dans lequel les tiges de suspension des boules sont articulées au manchon et se prolongent supérieurement par des sortes de cornes recourbées, que terminent de petits galets. Ceux-ci s'appuient sur une table fixe et fournissent ainsi les points d'appui au moyen desquels les tiges soulèvent le manchon en agissant à la manière de leviers.

Les systèmes à boules, avec ou sans adjonction de ressorts, présentent une imperfection assez grave. Quand la machine tend à s'accélérer, le régulateur ne peut exercer immédiatement sa fon-

ction essentielle, consistant à rétablir l'égalité entre le travail moteur et le travail résistant : car il tire toute sa puissance de l'excès de force centrifuge développé par l'augmentation de vitesse, et, tant que cette vitesse n'est pas accrue d'une quantité finie, correspondant à l'effort nécessaire pour surmonter les résistances passives et mettre la valve en mouvement, celle-ci demeure au repos. Il serait évidemment préférable que l'action régulatrice commençât à se produire aussitôt que l'état de régime vient à être troublé. Pour atteindre ce

résultat, il faut faire appel à des actions autres que la force centrifuge. On peut notamment mettre en jeu l'inertie tangentielle : mais ceci demande quelques explications.

Lorsqu'un point matériel, de masse m , situé à une distance R d'un axe fixe, tourne autour de cet axe avec une vitesse variable ω , dont la dérivée par rapport au temps est désignée par ω' , il est soumis à la force centrifuge $m\omega^2R$, dirigée suivant le prolongement du rayon, et à la force d'inertie tangentielle $m\omega'R$, dirigée, comme son nom l'indi-

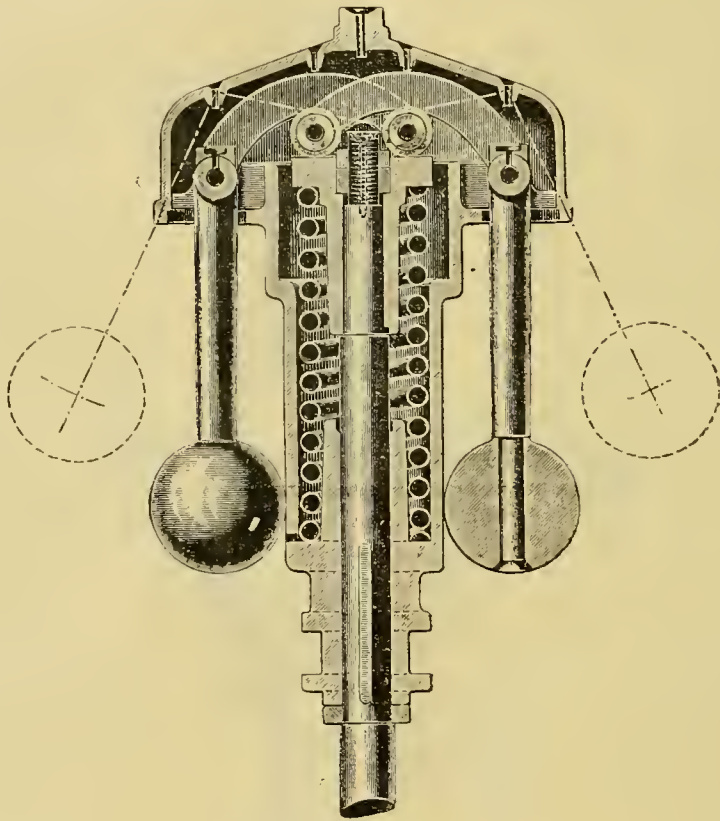


Fig. 2. — Régulateur Beyer.

que, suivant la tangente à la trajectoire. Tant que le mouvement est uniforme, la dérivée ω' est nulle, et il en est de même de la force tangentielle ; mais, aussitôt que la vitesse commence à varier, la force tangentielle prend une valeur généralement finie. Si donc, par un moyen quelconque, on peut utiliser l'inertie tangentielle des boules d'un régulateur pour déplacer la valve de réglage, on échappe à l'inconvénient que présente l'action tardive de la force centrifuge. Seulement, il faut, ici encore, tenir compte des résistances passives. L'inertie tangentielle ne peut jouer un rôle efficace qu'à condition d'être assez puissante pour vaincre ces résistances. Un régulateur qui agirait exclusivement en vertu de cette force limiterait uniquement la gran-

deur de l'accélération du moteur et laisserait subsister les lentes variations de vitesse : ces variations, en s'accumulant pendant un temps assez long, pourraient produire des écarts d'une amplitude indéfinie. On conclut de là, sans qu'il soit nécessaire d'analyser les choses de plus près, que l'inertie tangentielle ne suffit pas pour fournir un régulateur acceptable : son influence doit être combinée, dans une mesure convenable, avec celle de la force centrifuge.

Le dispositif de Watt se prête difficilement à l'utilisation de l'inertie tangentielle. Cependant, Foucault y est jadis parvenu en montant, sur l'arbre vertical de l'appareil, un petit volant dont la présence obligeait le manchon, en cas d'accélération ou de ralentissement, à prendre un mouvement hélicoïdal le long d'une vis portée par l'arbre. En Allemagne, Werner et Siemens, dès 1843, abandonnaient complètement le système de Watt. Leur procédé consistait à monter sur un arbre, conduit directement par le moteur, un volant relié à cet arbre par un train différentiel analogue à celui des automobiles. Quand l'inertie du volant entraînait en jeu, le train différentiel déplaçait un arbre transversal dont le mouvement se transmettait à la valve. Ce dispositif fonctionnait donc uniquement en vertu de l'inertie tangentielle, et devait, par suite, présenter les inconvénients indiqués il y a un instant.

En 1871, l'ingénieur français Raffard construisit un régulateur à force centrifuge dont chaque boule était portée par un bras perpendiculaire à l'axe de rotation, et mobile autour d'une charnière parallèle à cet axe et placée à une certaine distance de lui. La trajectoire du centre de la boule était, par suite, un arc de cercle excentrique à l'axe, ce qui rendait la boule sensible à la fois à la force centrifuge et à l'inertie tangentielle. Un ressort approprié équilibrait la valeur moyenne de la force centrifuge.

La combinaison imaginée par Raffard se retrouve dans un type de régulateurs qui a pris, dans ces dernières années, une notable extension, principalement en Amérique, et qui est connu sous le nom de *régulateur dans le volant*, ou, plus brièvement, *régulateur volant*. Mais, cet appareil, dont l'idée première apparaît, dès 1839, dans un régulateur inventé par l'Américain Custer, présente quelque chose de plus : au lieu d'agir sur une valve d'étranglement, il porte directement l'excentrique de distribution, de telle façon que le déplacement des masses remplaçant les boules du régulateur de Watt a pour effet de modifier soit l'angle de calage de l'excentrique, soit l'excentricité, et souvent même ces deux éléments à la fois. C'est, en un mot, un *régulateur de la détente*, dans lequel on

a supprimé tous les intermédiaires inutiles. Les appareils de ce genre exigent, pour fonctionner convenablement, une grande puissance, qui nécessite une grande vitesse de rotation. Ils conviennent donc, en particulier, dans le cas des machines à marche très rapide, comme celles qui conduisent directement des dynamos. La difficulté est de faire en sorte que la résistance du tiroir, transmise à l'excentrique par la barre d'excentrique, ne se répercute pas sur la position des masses mobiles. Le problème a été résolu de diverses manières, et souvent avec une grande ingéniosité. Suivant le mode d'attache des masses mobiles au volant, l'action de l'inertie tangentielle se combine, dans une proportion plus ou moins importante, avec celle de la force centrifuge. La figure 3 montre un modèle

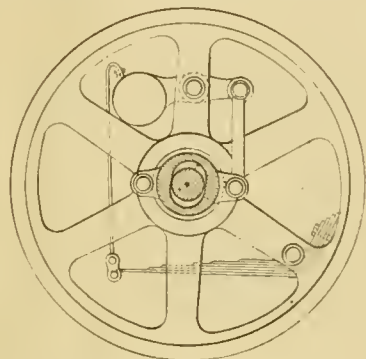


Fig. 3. — Régulateur Bullock pour machines Willans.

assez récent de régulateur-volant, construit en Amérique.

L'emploi de l'inertie tangentielle est un moyen d'activer l'intervention du régulateur, mais ce n'est pas, tant s'en faut, le seul. Poncelet a décrit jadis un appareil, qu'il a nommé *régulateur à ressort et instantané*, et dont le principe est le suivant : L'arbre moteur est coupé en deux parties placées bout à bout, de telle manière que l'une d'elles entraîne l'autre par l'intermédiaire de ressorts flexibles. A l'état de régime, les deux parties tournent avec la même vitesse. Dès que la puissance ou la résistance vient à varier, la tension des ressorts se modifie, les deux moitiés de l'arbre prennent un déplacement relatif, et ce déplacement, par une combinaison de vis et d'engrenages, est utilisé pour la manœuvre de la valve. Poncelet remarquait aussi que le système peut être adapté à un arbre spécial, qui recevrait du moteur son mouvement de rotation et qui porterait un volant à ailettes dont la résistance, croissant très rapidement avec la vitesse, produirait la torsion relative des deux parties de l'arbre.

Sous cette dernière forme, l'idée de Poncelet a reçu une réalisation complète dans le moderne

régulateur de Durham (fig. 4), pour machines à vapeur destinées à l'éclairage électrique. Les ailettes sont mobiles dans un tambour plein d'eau. Le même appareil est appliqué aux machines marines, qui exigent une intervention très rapide du régulateur à l'instant où l'hélice vient à sortir de l'eau. Dans ce dernier cas, on rend l'action encore plus prompte en faisant tourner les ailettes dans un réservoir qui n'est pas entièrement rempli et qui communique librement avec un autre réservoir. Quand le navire s'incline, de manière à soulever l'hélice, l'eau passe en partie du second réservoir dans le premier; les ailettes, é

machines marines. Tantôt, ainsi que l'a proposé, dès 1838, le Marseillais Billotet, le régulateur est formé par un pendule qui demeure toujours sensiblement vertical, et a pour effet de fermer progressivement la valve à mesure que le navire s'incline; tantôt, comme dans le système Dunlop, un réservoir enfoncé sous l'eau renferme de l'air, dont la pression se transmet à une membrane flexible: quand le réservoir se rapproche de la surface libre, la pression diminue, et les déformations qui en résultent pour la membrane servent à manœuvrer la valve.

II

Revenons au cas général. Poncelet, dans son traité de *Mécanique appliquée aux Machines*, décrit

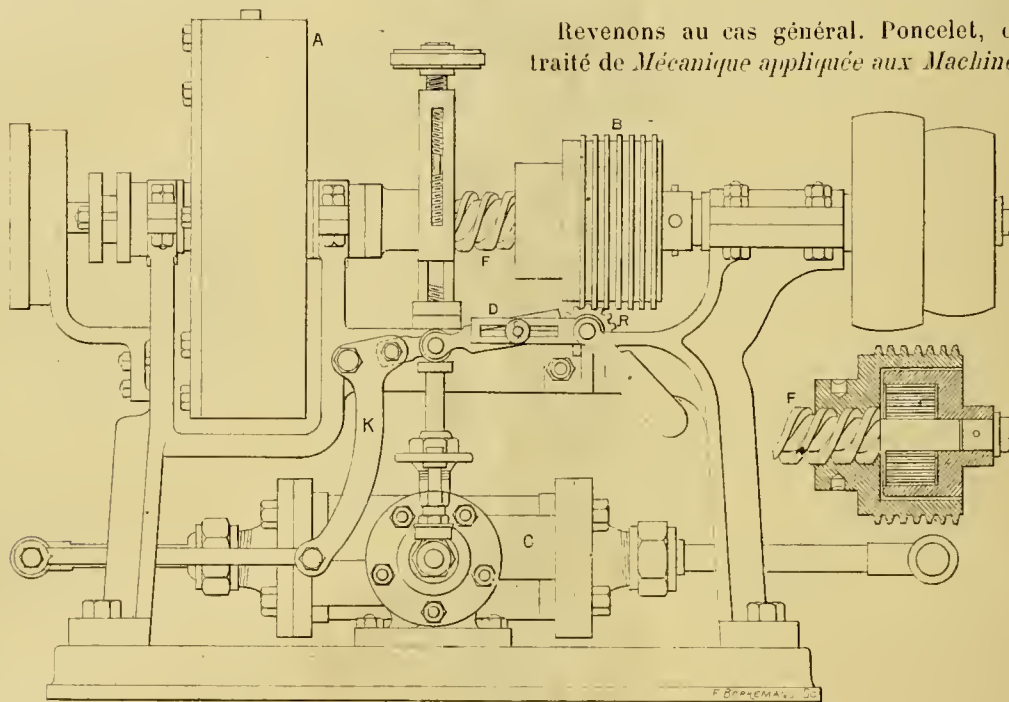


Fig. 4. — Régulateur Durham. — A, tambour plein d'eau, dans lequel tournent les ailettes; B, manchon d'accouplement des deux parties de l'arbre portant intérieurement un ressort spiral; ce manchon forme écrou sur le pas de vis F. Les déplacements longitudinaux du manchon ont pour effet de mouvoir, au moyen de la roue R, la transmission DK qui manœuvre le tiroir de distribution du cylindre à vapeur C visible au bas de la figure.

résistance plus grande, se mettent à tourner moins vite, et le régulateur peut ainsi jouer son rôle avant que l'émergence de l'hélice ne soit complète. En outre, si la machine est du genre *compound*, le régulateur ne se borne pas à réduire l'admission au petit cylindre: dès que le danger d'emballer devient imminent, une communication s'établit entre les deux extrémités du petit cylindre, dont le piston se trouve par suite équilibré. Enfin, pour obtenir le maximum de puissance, on a soin de faire manœuvrer la valve d'admission par l'intermédiaire d'un petit cylindre auxiliaire, en laissant simplement au régulateur le soin d'actionner le tiroir de ce cylindre.

D'autres solutions ont été imaginées pour résoudre le problème difficile de la conduite des

un régulateur à pompe et à flotteur constitué de la manière suivante: Le moteur fait marcher une pompe qui envoie de l'eau dans un réservoir, et cette eau s'écoule par un orifice qu'un robinet permet d'étrangler plus ou moins; un flotteur placé sur l'eau commande l'admission. En faisant varier la position du robinet, on modifie à volonté la vitesse de régime. Ce principe est appliqué dans quelques régulateurs modernes. Parfois, le réservoir est réduit à un cylindre de petit diamètre, et le flotteur est remplacé par un piston supportant à sa partie supérieure la pression de la chaudière; on obtient ainsi un appareil doué d'une action remarquablement prompte. Dans les régulateurs pneumatiques, une pompe à air est substituée à la pompe à eau. On peut aussi utiliser la résistance,

variable avec la vitesse, opposée par un liquide aux aubes d'une turbine (régulateur Napier), ou à un système de palettes (régulateur Allen).

Les régulateurs *chronométriques* procèdent d'une idée toute différente. A l'aide d'un mouvement d'horlogerie, ou par tout autre moyen, on fait tourner un arbre avec une vitesse angulaire constante, égale à la vitesse moyenne de régime qu'on veut réaliser. Dès que l'arbre principal tend à s'écarter de cette vitesse, un engrenage différentiel entre en jeu et manœuvre la valve. Les appareils de ce genre ne sont guère entrés dans le domaine de la pratique, et la raison de leur insuccès paraît résider surtout dans la difficulté d'éviter les oscillations périodiques de vitesse par rapport à la vitesse moyenne. Je ne crois pas cependant qu'il soit impossible d'échapper à cet inconvénient : il suffit de faire en sorte que le moteur, une fois écarté de la vitesse de régime, tende à s'en approcher asymptotiquement, sans jamais l'atteindre. Dans deux Notes communiquées, en 1896, à l'Académie des Sciences, j'ai indiqué les conditions théoriques à remplir pour que les choses se passent de cette manière.

Mentionnons encore l'emploi, peu développé jusqu'ici, de la régularisation par des procédés électriques. L'électricité peut intervenir de bien des façons différentes. Quand le moteur commande une dynamo, il est tout indiqué de faire passer le courant dans une bobine qui aimante un noyau de fer doux, relié à la valve et rappelé par un ressort antagoniste. Dès lors, les variations d'intensité du courant modifient la position du noyau, et changent par suite l'ouverture de la valve. On a cherché aussi à utiliser les courants de Foucault développés dans un disque qui tourne entre des aimants. Ceux-ci sont supportés par un cadre susceptible de pivoter autour de l'axe de rotation du disque. Le disque exerce sur le cadre un effort d'entraînement proportionnel à la vitesse; dans l'état de régime, cette force est neutralisée par un ressort convenable. Si la vitesse varie, l'équilibre est

rompu, et le cadre, en se déplaçant, modifie le travail moteur. Ces exemples suffisent pour faire comprendre la possibilité d'établir des régulateurs électriques. Un procédé général, communiqué par Ledieu, en 1890, à l'Académie des Sciences, consiste à régulariser la marche d'un moteur quelconque par une modification introduite, à l'aide d'une transmission électrique, dans le travail moteur, chaque fois qu'une variation importante se produit dans le travail résistant, et cela, *sans attendre* que cette variation ait eu le temps de produire son effet sur la machine. Dans ce but, le débrayage de chaque outil ou de chaque groupe d'outils laisse passer le courant d'une source d'énergie électrique dans un fil qui va aboutir à une petite dynamo placée près du régulateur. La dynamo, en tournant, modifie la commande de ce dernier, de manière à augmenter le rapport entre la vitesse du régulateur et celle du moteur. Un indicateur du nombre de tours est monté sur l'arbre principal et laisse passer le courant tant que le nombre est égal ou supérieur à sa valeur normale, puis renverse le courant dès que la vitesse tend à faiblir.

III

Quelques mots maintenant sur le mode d'action des régulateurs. Le plus souvent, dans le cas des machines à vapeur, cette action est directe, suivant la définition que nous avons rappelée en com-

mençant : c'est-à-dire que la valve est reliée cinématiquement au manchon du régulateur et se déplace en même temps que lui.

La forme de la valve a une grande importance. Il est d'abord nécessaire qu'elle soit bien équilibrée, de telle façon que le courant de vapeur ne tende pas à la déplacer en dépit de l'action du régulateur. Il faut aussi que son excursion totale, depuis la position d'ouverture en grand jusqu'à la position de fermeture totale, soit dans une relation convenable avec les dimensions du régulateur et avec celles des tiges de transmission. On doit,

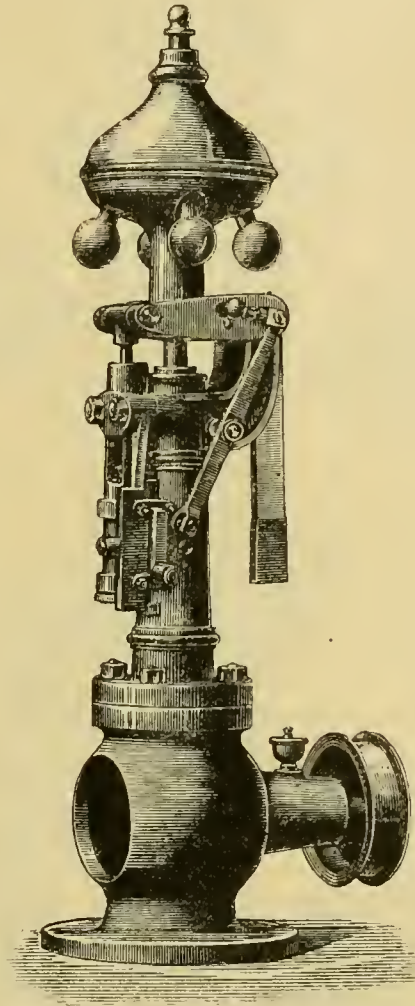


Fig. 5. — Régulateur Liede avec Servo-moteur.

enfin, se préoccuper de la loi suivant laquelle varie le travail moteur en fonction de la position du manchon, et cette loi dépend évidemment du type de valve adopté. La valve de Watt était un simple *papillon*, analogue à la clef de réglage d'un calorifère. Cette forme se rencontre encore assez souvent. Mais l'on emploie aussi des tiroirs à persiennes, des robinets, des soupapes à double siège combinées de façon à équilibrer les poussées dues à la vapeur, etc. Raffard a eu l'idée d'utiliser le principe des *mouvements loupoyants*, énoncé par M. Haton de la Goupillière. Sa valve est une lanterne cylindrique enveloppée par un cylindre fixe. La lanterne et l'enveloppe sont perforées de telle façon qu'en se mouvant dans le sens de l'axe, la lanterne démasque plus ou moins les orifices fixes et joue ainsi le rôle d'un tiroir à persiennes. Mais, de plus, elle reçoit du moteur, par l'intermédiaire d'une corde, un rapide mouvement de rotation, et ce mouvement diminue, dans une forte mesure, la résistance due au frottement dans le sens de l'axe. Les choses se passent à peu près comme pour un bouchon de bouteille, qu'on enlève plus facilement par un mouvement hélicoïdal que par une traction directe.

Quand on veut établir une valve d'étranglement mue par l'action *indirecte* du régulateur, on charge celui-ci d'embrayer ou de débrayer, en temps utile, un engrenage mû par la machine et relié à la valve,

Souvent aussi, on emploie un système d'encliquetage constitué de la manière suivante : une tige, recevant continuellement de la machine un mouvement oscillatoire, porte deux cliquets qui sont susceptibles de faire

mouvoir une roue à rochets, et celle-ci, en tournant, agit sur la valve. Mais, à l'état de régime, une pièce auxiliaire, commandée par le régulateur, maintient les cliquets écartés de la roue. Quand le régulateur s'écarte de sa position moyenne, il abandonne l'un des cliquets, qui fait alors tourner la roue dans le sens convenable. Le second cliquet intervient d'une manière analogue, quand il y a lieu de faire tourner la roue dans le sens opposé. La régularisation obtenue par ce procédé se fait par petites saccades, sans jamais dépasser sensiblement le but, et, par conséquent, sans avoir à craindre l'apparition d'oscillations à longue période, mais elle est nécessairement assez lente. Une méthode toute différente, et qui donne, au contraire, un réglage extrêmement prompt, consiste à mettre sous la dépendance du régulateur le tiroir d'admission d'un petit cylindre auxiliaire dont le piston est solidaire

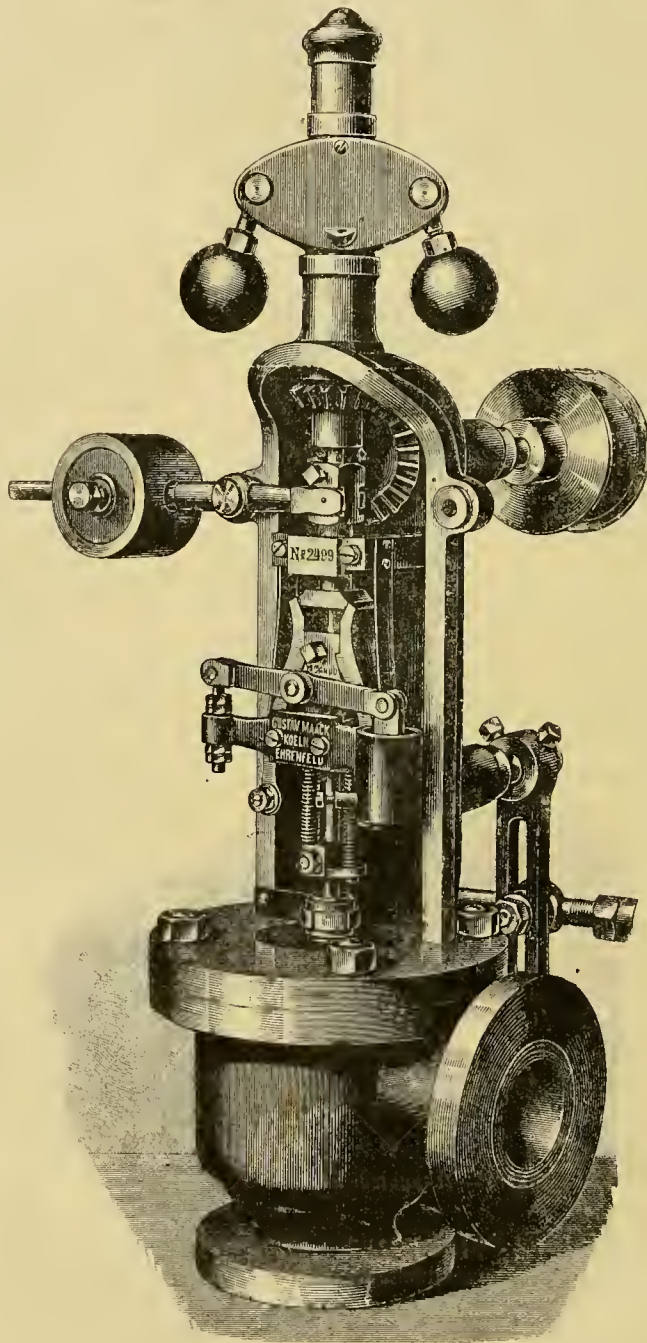


Fig. 6. — *Regulateur Tremper.*

de la valve. Dans ce cas, on évite la trop grande brutalité d'action en ayant recours au procédé du *servo-moteur*, imaginé, comme l'on sait, par Farcot. La figure 5 montre un appareil de ce genre. Les appareils dits *compensateurs* constituent une solution intermédiaire entre l'action directe et

l'action indirecte : le manchon est relié cinématiquement à la valve; mais cette liaison n'est pas invariable et, dès que le manchon se déplace par l'effet d'une variation de vitesse, un engrenage entre en jeu pour modifier progressivement la liaison et permettre ainsi le retour graduel à la vitesse primitive de régime.

Au lieu de faire agir le régulateur sur une valve d'étranglement, on peut le charger de manœuvrer une détente variable. Ce n'est pas ici le lieu de discuter les avantages et les inconvénients respectifs de la détente fixe ou variable. Bornons-nous à constater que les régulateurs de la détente comptent de nombreux partisans. La principale difficulté consiste à obtenir du régulateur une puissance suffisante et, en outre, à mettre l'appareil à l'abri des réactions provenant du tiroir. Nous avons déjà signalé cette difficulté en parlant des régulateurs dans le volant. Il faut, autant que possible, établir un mécanisme *non réversible*, c'est-à-dire faire en sorte que le régulateur soit capable de conduire l'organe de détente, sans que celui-ci puisse déplacer le régulateur.

Les machines à déclat, du type Corliss, par exemple, qui sont toujours en grande faveur, sont pourvues de régulateurs agissant sur la détente; le rôle du régulateur consiste alors à modifier, quand il y a lieu, la position des organes de déclat, pour que les obturateurs d'admission soient déclanchés à l'instant convenable. Au moment du déclanchement, il se produit nécessairement un choc qui pourrait, si l'on n'y prenait garde, imprimer au régulateur des oscillations fâcheuses.

Quelques régulateurs sont disposés pour transformer une machine à détente fixe en machine à détente par déclat. La figure 6 se rapporte à ce cas.

L'appareil se monte sur la conduite de vapeur, au voisinage de la boîte à tiroir; il porte à sa base une soupape qui, au repos, ferme complètement la conduite. Un levier oscillant, bien visible sur la figure, donne un mouvement alternatif à deux cames qui viennent à tour de rôle soulever la tête de la soupape. Le soulèvement cesse à l'instant où la came, qui est en prise, vient buter contre un taquet attaché au manchon du régulateur, et les boules ont pour fonction d'amener ce taquet à la hauteur voulue.

IV

En somme, si les types de régulateurs se sont indéfiniment multipliés, on ne rencontre depuis dix ans, dans cette partie de la Mécanique appliquée, aucune invention fondamentale : il y a eu surtout des perfectionnements de détails; en même temps, les constructeurs se sont mieux rendu compte de la nécessité d'établir une corrélation convenable entre le régulateur et la machine, mais ils ne semblent pas être encore sortis de la période des tâtonnements, et ils auraient grand intérêt à s'aider un peu plus des lumières qu'une théorie bien comprise est susceptible de projeter sur cette délicate question. Ils auraient intérêt également à instituer, avec le concours des théoriciens, des expériences méthodiques pour élucider les points qui demeurent encore obscurs. Quelques tentatives ont déjà été faites; il importerait de les reprendre et de les compléter. Il y a là un beau champ d'études pour les laboratoires de Mécanique.

L. Lecornu,

Ingénieur en chef des Mines,
Professeur à l'École des Mines.

UNE NOUVELLE THÉORIE DE LA TÉLÉGRAPHIE DITE SANS FIL ¹

Quand on considère les expériences que l'on a faites, pendant ces dernières années, en de nombreux endroits, pour perfectionner la télégraphie par ondes électriques, on peut remarquer que le but que l'on s'était proposé était d'atteindre les plus grandes distances possibles pour la communication entre deux stations non réunies par des fils. Pour y parvenir, il fallait donner une très grande puissance

électrique aux appareils générateurs de la première station, et une très grande sensibilité pour les effets des ondes électriques aux appareils récepteurs de la seconde station.

On peut le dire, des progrès considérables ont été réalisés surtout par l'emploi des antennes.

Toutefois, on n'a pas fait, jusqu'ici, d'études exactes sur les phénomènes qui se passent dans le milieu compris entre les antennes des deux stations pendant le fonctionnement des appareils. Il est, cependant, évident que l'étude de ces phénomènes peut être d'une grande importance pour le dévelop-

¹ Cet essai contient un résumé général d'une communication que l'auteur a faite au Congrès international d'Électricité à Paris, août 1900, sur « la dirigeabilité des appareils pour la télégraphie par ondes électriques ».

pement de la télégraphie par ondes électriques, sans parler de l'intérêt qu'il y aurait pour les expérimentateurs à se rendre compte ou, au moins, à se faire une idée de ce qui se passe entre les appareils qu'ils font fonctionner. Il m'a donc semblé utile d'essayer d'apprécier le rôle que joue le milieu dans cette nouvelle sorte de télégraphie électrique.

I

Quel est ce milieu? C'est sans doute cette part de l'atmosphère de notre planète qui sépare les appareils aux deux stations.

D'après cela, il convient de comparer la propagation des effets produits par les appareils générateurs aux phénomènes connus en électricité atmosphérique: on ne supposera pas qu'il s'agit seulement des lois de la propagation des ondes électriques

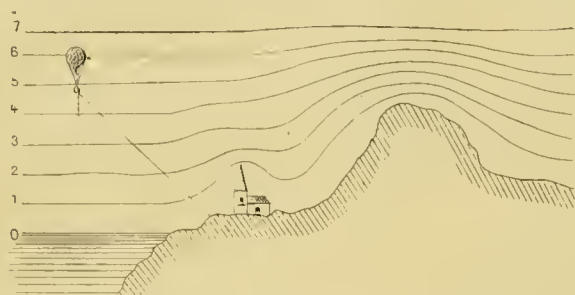


Fig. 1. — Variations de la distribution des surfaces équipotentiellles avec les accidents du relief terrestre.

dites hertziennes, car ces lois sont les mêmes que celles de la propagation de la lumière.

Or, l'étude de l'électricité atmosphérique nous a appris que la Terre elle-même a un potentiel constant, auquel on peut attribuer la valeur zéro, quand on ne considère pas les phénomènes célestes. En montant dans l'atmosphère, on atteint des points possédant des potentiels différents; en réunissant les points de même potentiel, on trace des surfaces, nommées surfaces équipotentiellles, qui entourent la Terre comme les enveloppes d'un bulbe entourent le bourgeon central. La succession des surfaces équipotentiellles n'est troublée par aucun corps, quel qu'il soit, qui s'élève dans l'atmosphère, si, toutefois, ce corps est d'assez petite largeur; mais lorsqu'il s'agit d'objets de grandes dimensions, les surfaces équipotentiellles les plus basses se resserrent autour de cet objet; tel est le cas d'un édifice isolé, d'un bois, d'une montagne; le sommet de la montagne a le potentiel de la Terre, et non le potentiel d'un point situé dans l'air libre à la même hauteur au-dessus du sol.

Le potentiel d'un point dans l'air libre peut être mesuré en joignant ce point avec le sol au moyen d'un fil métallique porté en haut par un aérostat ou un cerf-volant (fig. 1). Le sommet du fil prend

le potentiel de son entourage, la base du fil a le potentiel de la Terre, et l'on remarque un flux d'électricité le long du fil; c'est ce que Franklin a démontré il y a environ un siècle et demi.

Le potentiel qu'on trouve ainsi n'est pas toujours le même: il est soumis à des variations temporaires, dont les écarts les plus grands correspondent aux temps d'orage. On sait que les orages jouent le rôle d'un appareil générateur pour la télégraphie par ondes électriques: ils produisent donc, aux antennes de la station réceptrice, les mêmes effets que les fluctuations de l'électricité créées par les appareils générateurs le long des antennes de la station de départ¹.

Les appareils générateurs de la première station produisent le même effet qu'un orage. Quand on met en marche ces appareils, des oscillations électriques se propagent le long de l'antenne: cependant, ces oscillations ne restent pas seulement à l'intérieur de l'antenne, mais elles se dispersent aussi à l'entour de l'antenne dans l'atmosphère: d'après la théorie de Faraday, elles ne pénètrent même pas dans les antennes et se répandent seulement à l'entour. La direction des oscillations est celle de l'antenne elle-même.

Donc l'équilibre des surfaces équipotentiellles percées par l'antenne est dérangé de la même façon que l'équilibre d'une surface liquide, quand une pierre tombe d'une hauteur considérable dans le liquide. De même que la pierre, en perçant la surface liquide, produit des ondes qui s'étendent sur l'eau radialement à la surface, pendant que les molécules d'eau, sans éprouver de translation, se déplacent en haut et en bas, c'est-à-dire dans la même direction que la pierre dans sa chute: — ainsi dans l'atmosphère qui entoure l'antenne de la première station se produisent des oscillations ou des dérangements des surfaces équipotentiellles; et leur direction est parallèle à l'antenne, tandis que la propagation est perpendiculaire à cette direction.

Supposons un morceau de bois nageant à la surface liquide à quelque distance de l'endroit où la pierre a percé la surface: il se déplacera pendant quelque temps en haut et en bas; et ce mouvement peut être regardé comme un signe de la production d'une onde liquide au voisinage. Cela ressemble aux phénomènes de la télégraphie par ondes électriques. Le long de l'antenne de la première station, des oscillations électriques sont produites: elles se propagent par surfaces équipotentiellles, en

¹ Il est très intéressant de remarquer que, dans les premières expériences, où l'on a fait usage d'un tube Branly pour signaler des oscillations électriques produites à une très grande distance, c'étaient les orages qui remplaçaient les appareils générateurs. (Expériences de M. Popoff en 1895.)

dérangeant l'ordre normal, et elles sont reçues aux antennes de la seconde station, qui sont, en général, parallèles à celles de la première station, et

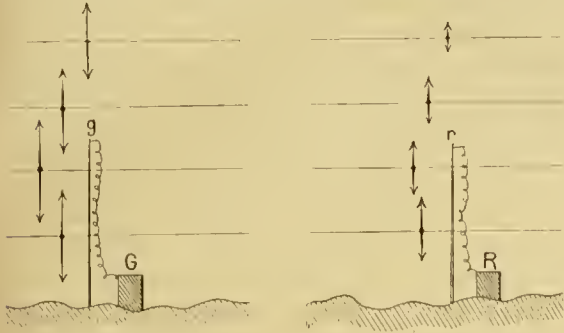


Fig. 2. — Transmission des ondes électriques le long des surfaces équipotentielles. — G, g, Station et antenne transmettrices; R, r, station et antenne réceptrices. Les flèches doubles représentent les oscillations de haut en bas et de bas en haut qui se propagent le long des lignes équipotentielles.

rendues apparentes par les appareils spéciaux de la station réceptrice (fig. 2).

II

J'apporte à la démonstration de ma théorie des arguments spéciaux. Certains phénomènes sont difficiles à expliquer en supposant que les oscillations électriques, propagées par les appareils générateurs possédant des antennes, suivent les lois de la propagation de la lumière. On les explique très bien, au contraire, en adoptant ma théorie. Voici, en effet, quelques faits positifs :

1° Entre deux stations situées à l'intérieur du continent, on n'a pas encore transmis de télégramme à une aussi grande distance qu'entre deux stations séparées par la mer ;

2° Quand l'une des deux stations était installée à une hauteur assez différente de l'autre, on a obtenu de moins bons résultats que lorsque les deux sta-

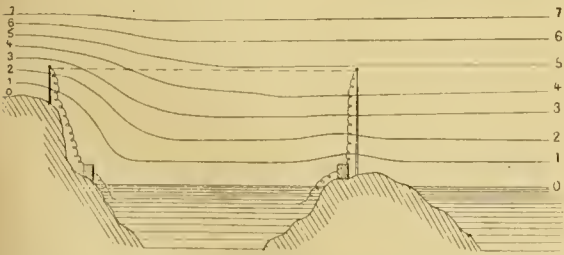


Fig. 3. — Mauvaise transmission des ondes entre deux antennes, situées à la même hauteur, mais non sur les mêmes surfaces équipotentielles.

tions se trouvaient à peu près à la même hauteur ;

3° Par des antennes dirigées horizontalement on n'augmente pas considérablement les effets ;

4° En installant une station au pied d'une falaise

et en employant une antenne qui va du pied de la falaise au sommet et même plus haut, on trouve que l'efficacité de l'antenne n'est pas proportionnelle à la somme des hauteurs de la falaise et de l'antenne en air libre, mais moindre (fig. 3) :

5° On a déjà transmis des télégrammes par ondes électriques à des distances plus grandes qu'il ne serait possible, en raison de la courbure de la Terre, si la propagation des ondes était complètement rectiligne (fig. 4).

Le premier argument et le second sont basés sur des observations très connues. On peut se figurer que des surfaces équipotentielles régulièrement distribuées transmettent le mieux possible les ondes produites par une oscillation électrique. Or, au-dessus de la vaste surface d'eau représentée par la mer, on a des surfaces équipotentielles offrant la plus grande régularité possible, tandis qu'au-dessus du continent terrestre, avec ses bois, ses collines, ses montagnes, la situation des surfaces équipotentielles est beaucoup moins régulière. On ne peut donc s'étonner qu'on atteigne des résultats meilleurs à la mer que sur le continent.



Fig. 4. — Preuve de la transmission des ondes par les surfaces équipotentielles entre deux stations G et R pour lesquelles la courbure de la terre empêche la transmission en ligne droite.

C'est surtout sur les hautes montagnes que l'ordre des surfaces équipotentielles est le plus compliqué. Et en effet, on ne réussit pas bien en installant sur les montagnes des stations pour la télégraphie par ondes électriques : c'est ce que l'on a trouvé dans des expériences faites au Mont Blanc et à la Zugspitze.

Quant au troisième argument : en invoquant seulement les lois de la propagation de la lumière, il serait difficile de comprendre pourquoi des antennes étendues horizontalement ne produisent pas un renforcement semblable à celui qu'on obtient avec des antennes étendues verticalement et de même longueur.

Mais, d'après la théorie développée ci-dessus, il est clair qu'il ne peut y avoir aucun intérêt à joindre aux appareils des antennes parallèles aux surfaces équipotentielles et ne les perçant à aucun endroit. Plus il y aura de surfaces percées, plus l'efficacité sera accrue, les autres circonstances restant égales.

D'après ce théorème, basé sur notre théorie, on peut, d'ailleurs, formuler une règle pratique pour la position des antennes en tout cas spécial.

Ainsi, conformément à l'argument 4, la longueur d'une antenne conduite le long d'une falaise sera presque inefficace, parce qu'elle se trouve parallèle aux surfaces équipotentielles, qui sont elles-mêmes, en ce cas, à peu près verticales. On ne peut donc s'étonner de ce fait, qu'on a observé en plusieurs endroits des falaises des côtes de l'Angleterre.

Quant à l'argument 5, nous nous rappelons qu'on a réussi à recevoir une communication télégraphique par ondes électriques à une distance de plus de 100 kilomètres en n'employant que des antennes de 40 mètres de hauteur.

Or, pour voir du sommet de l'antenne d'une station le sommet de l'antenne de l'autre, il faudrait que les antennes eussent une hauteur supérieure à 200 mètres à chaque station.

III

On voit donc l'impossibilité d'expliquer l'efficacité des appareils à la station réceptrice par la seule supposition d'une propagation rectiligne des ondes qui transportent les dépêches à travers le milieu, et l'on se trouve forcé de faire d'autres hypothèses qui soient d'accord avec les faits.

Or, c'est à cette condition la plus importante que satisfait la théorie développée plus haut, en supposant que les ondes électriques, dans la télégraphie dite sans fil, se propagent suivant des surfaces équipotentielles comme des ondes liquides. Cette théorie me semble donc, en l'espèce, la meilleure

explication des divers phénomènes de la nouvelle sorte de télégraphie, et je ne connais pas actuellement de phénomène qui ne puisse être mis d'accord avec elle.

Maintenant, en supposant ma théorie exacte, comment répondre à la question suivante : Les appareils de la télégraphie par ondes électriques, tels qu'ils sont actuellement en usage, permettent-ils une dirigeabilité complète? On conçoit tout de suite qu'une dirigeabilité complète est impossible.

Pour une dirigeabilité complète, il faudrait :

1° Qu'on pût disposer un appareil générateur quelconque de façon à ce qu'il ne mit en action qu'un certain nombre d'appareils récepteurs choisis à volonté;

2° Qu'on pût disposer un appareil récepteur quelconque de telle sorte qu'il ne fût mis en action que par un certain nombre d'appareils générateurs choisis à volonté.

Mais il faut remarquer que la télégraphie par ondes électriques ne sera universellement applicable qu'après l'invention d'une dirigeabilité complète des appareils générateurs et récepteurs les uns par rapport aux autres, et qu'une telle invention réaliserait un grand progrès, alors même que la distance à laquelle on pourrait transmettre des télégrammes se trouverait réduite.

Rudolf Blochmann,

Docteur en sciences,
Ingénieur-électricien, à Kiel.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE

Peu à peu, des circonstances réelles ont introduit dans les langues d'Europe l'idée de politique mondiale. La Science, plus encore, a le caractère d'universalité.

S'il paraît singulier de parler d'une Chimie belge ou suisse, je pense que la Chimie française ou allemande ne sont pas à ce point différenciées qu'on les puisse traiter comme des arts distincts.

Beaucoup d'entre nous peut-être, en parcourant l'Exposition, ont modifié leur conception intime sur ce point. Ils auront fait une synthèse plus vaste qu'autrefois et de laquelle disparaissent les mots trop artificiels de théorie et de pratique, où les nationalités scientifiques s'atténuent pour ne laisser que cette Chimie illimitée comme les formes de la matière, soumise aux lois des nombres, de la Physique et de la Vie.

Le chimiste ne doit pas être l'homme d'une mode qui passe et bientôt le laisse vieillir.

Aussi longtemps qu'il pense, il doit expérimenter sans préjugé dans toutes les directions d'une science qui n'a pas pour but un rêve de poète, mais l'amélioration progressive de la civilisation.

Sauf quelques découvertes éclatantes, en un an les Sciences ne semblent faire aucun progrès; mais, observées à chaque période décennale, on les trouve profondément changées dans leur forme et leur puissance.

Les savants pratiquent la recherche et gardent le monopole des idées premières; mais les physiciens et chimistes de l'Industrie modifient ces idées dans un sens pratique. Cette armée de savants tenaces est assez nombreuse pour mettre à jour bien des faits que les laboratoires ne pourraient soupçonner, n'ayant ni la continuité du temps, ni la grandeur des masses, ni la nécessité absolue de surmonter jusqu'aux moindres difficultés.

Les meilleurs parmi ces hommes naissent au

hasard sur tous les points du monde civilisé. Le vaste champ de comparaison qui s'est constitué à Paris cette année pour les hommes et les choses, nous montre qu'il n'y a pas de Chimie étroitement spécialisée en une région; les nouvelles se dispersent trop vite pour cela. Toutefois, les chimistes français n'ont pas lieu d'être mécontents. Pour ne citer que les exposants qui ont accumulé leurs produits dans ces dix dernières années, je crois que rarement un jury international a vu un ensemble de substances aussi rares et parfaites que celles qui ont été exposées par nos compatriotes MM. Moissan, Tanret, de Laire, Chenal et Douillet, etc....

Il semble bien que l'on vante trop par avance ce qui est lointain. Est-ce une suggestion d'érudition ou le charme vague que laisse le souvenir d'un voyage rapide? Savants et industriels de premier plan existent dans chaque contrée: mais notre sulfate de cuivre est aussi bleu que tout autre, et quelques produits sont même plus fins.

Autrefois, on a constitué, avec raison, une Chimie pure ayant pour annexe la Chimie appliquée. Mais il y a de cela cinquante ans; il est raisonnable d'admettre que, depuis ce temps, les transports à vapeur et les télégraphes nous ont fait une autre vie.

Certes je ne pense pas que la Chimie pure soit un chapitre de l'application: c'est bien la haute spéculation intellectuelle qui conduit la pratique. Mais la Chimie pure ne peut être maintenant que l'un des volumes — le premier — de la Chimie.

On a dit, pour des langues ou des civilisations, qu'il y en avait de mortes parce qu'en ces matières on connaît un long passé.

Les sciences expérimentales n'ont véritablement qu'un siècle; mais leur vitesse d'évolution étant bien plus grande, elles atteignent plus tôt l'extrême vieillesse. C'est ainsi que l'anatomie de l'homme est une science morte: on n'y découvrira plus ni muscles ni os notables; cependant il sera toujours indispensable de la connaître parfaitement. Les parties de la Chimie qui ne touchent pas, par l'expérimentation indéfinie, au monde physique ou vivant, approchent de cet état. Partant de ce point de vue, on peut dire que la Chimie appliquée, suivant l'homme dans sa recherche du mieux, doit avoir une place plus grande que par le passé dans tous les degrés de l'enseignement et dans les livres.

Il appartiendra aussi aux jeunes chimistes d'industrie, quand la force des choses leur mettra en mains, à leur tour, la responsabilité de conduire les usines, d'y laisser entrer plus de visiteurs en état de comprendre. A quoi bon tant de secrets chimiques pour les nouveaux venus, alors que les

vrais participants à la lutte économique sont toujours informés?

I

Le nombre des travaux de Chimie organique est immense et admirablement repertorié dans les *Centralblatt*; on peut donc en parcourir tous les extraits ou se reporter aux mémoires originaux. En lisant tout cela avec conscience, un homme du métier est frappé de la pauvreté de ces écrits.

L'idée d'un inventeur véritable se manifeste de loin en loin; elle est intéressante, mais donne naissance à des milliers de mémoires sur des cas particuliers, qui ne le sont plus. Soyons plus précis: ces cas ont un petit intérêt; mais, au lieu de les exposer en de longues pages, il faudrait les réduire à six lignes de constantes référées à la page et au numéro que cela devrait prendre dans une prochaine édition du Répertoire court et apprécié de Beilstein. Le *Beilstein* serait toujours rédigé d'avance et, selon la phrase facile dont on abuse: on y comblerait une lacune.

C'est sans doute par plus petits volumes que, dans l'avenir, sera constitué un *Beilstein*, isolant ainsi les grandes fonctions, les dérivés à corps simples peu usuels, les questions à l'étude telles que celles des terpènes ou des albuminoïdes. En conservant le cadre d'ensemble, on se rapprocherait plus des groupes monographiques, et on lui laisserait, au besoin, des pages blanches à chaque chapitre. Une œuvre ainsi conçue préparerait les documents épars pour un esprit constitué comme le fut celui de Gerhardt. Dès à présent, les documents moyens sont plutôt surabondants.

En Chimie organique, les affirmations verbales de nomenclature continuent. Le Congrès de Genève avait voulu créer une langue systématique dont il est peu resté parce que l'expérimentation produit plus de matières compliquées qu'un grammairien ne peut introduire de formes utiles dans sa syntaxe. Je continue à penser que des formules indéfiniment variables se lisent, mais ne se parlent pas. On n'immobilise pas une langue vivante. Aussi chaque auteur prend-il de plus en plus la liberté de créer des néologismes qui forment, pour son travail journalier, une sorte d'« argot » passager et excellent, pourvu qu'on n'en veuille pas embarrasser la science classique. Je relève les noms de « chalcone », de « prozane », de « méthé-bénol » pour cette année. Une vue large de l'évolution chimique exige déjà beaucoup de temps; espérons que les nouveaux chimistes n'abandonneront pas la proie pour contempler ces ombres faciles.

Assurément, de grands progrès se sont accomplis dans l'étude des isoméries. D'abord considé-

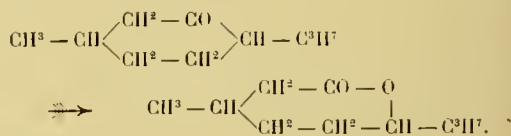
rées comme les différentes manières d'écrire une formule plane — sur le plan du papier — on a pensé aux formules à trois dimensions; de là, la Stéréochimie et l'isométrie optique. Tout cela reste sans mouvement. C'est un pavage en relief, anguleux, mais inerte. Dès le début, M. Berthelot, avec ses vues d'ensemble, concevait l'isométrie dynamique, démontrée par le calorimètre. Ce sont ces isomères fragiles, en perpétuel état de « migration moléculaire », gardant la même composition, mais changeant de propriétés du jour au lendemain, parce qu'on les a simplement mis au jour, laissés attendre, chauffés, électrisés ou dissous. Et voici encore un néologisme : c'est l'« *alloergie* » qui produit tout cela. Peu importe, les chiffres obtenus au calorimètre sont susceptibles d'être traduits en kilogrammètres ou en watts, et, provisoirement contents des images, nous devinons les isomères chargés et travaillant à circuit ouvert ou fermé comme des accumulateurs.

Les synthèses chimiques complexes se font maintenant avec une extrême facilité, et de là résultent souvent des corps doués de pouvoir rotatoire, mais inactifs par compensation. De nombreux travaux se font maintenant pour isoler les composants actifs. Dans notre temps de rapide production, les questions chimiques à l'ordre du jour se rapportent à la détermination exacte des faits pour qu'il n'y ait plus lieu d'y revenir. Cela est louable, mais il conviendrait de ne pas voir, dans la séparation des isomères optiques ou antipodes par solubilité, une tendance nouvelle. Cette attaque de la question des antipodes peut être extrêmement ingénieuse dans sa technique, mais ne présente que des variantes de la méthode de Pasteur sur la solubilité des tartrates d'alkaloïdes actifs. Sur ce terrain, de réels progrès sont faits, et le mécanisme de la séparation est de mieux en mieux connu. W.-J. Pope et S.-J. Peachey¹ considèrent l'acide dextrocampsulfurique de Reichler comme préférable à l'acide tartrique pour la séparation des bases inactives par compensation. En outre, la séparation se fait mieux en saturant exactement deux molécules de base par un mélange équimoléculaire d'acide chlorhydrique et de l'acide actif. Le détail de ces préparations et surtout la longueur des noms — il s'agit du dextro- α -bromo-campsulfonate lévotétrahydroquinaldique — s'opposent à l'analyse complète d'un mémoire long, mais parfaitement intéressant.

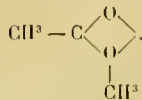
Quand deux solides droit et gauche, — tels les acides tartriques — cristallisent ensemble, ils donnent un « racémique » : l'activité optique tombe à zéro. D'ailleurs, les cristaux portent un signe na-

tural de leur sens rotatoire. Les auteurs se sont demandé si, en mêlant en proportions moléculaires deux liquides ne différant que par leur sens, ils restaient en simple mixture dépourvue de rotation ou bien formaient un véritable composé « racémique » également neutre. En faveur de la combinaison racémique, on ne peut retenir qu'un fait observé par Ladenburg : un mouvement thermique lors du mélange de la dextro et de la lévocitutine. Les autres caractères ne sont pas affectés. Cependant, le pouvoir rotatoire des matières actives varie du simple au triple, selon le dissolvant dont on fait usage pour l'observer. Ce fait, étroitement comparable à celui de la multirotation, tient, selon les auteurs, à l'équilibre qui s'établit entre le corps actif dissous et l'état d'agrégation moléculaire du dissolvant défini par les travaux de Ramsay et Shields. Cela dépend encore, selon T. M. Lowry¹, de l'isométrie dynamique dont il est question plus haut. Il faut ajouter que bon nombre de bases métalliques ou de matières organiques compliquées provoquent, selon les cas, des séparations pratiques.

Les procédés d'oxydation sont toujours très intéressants à connaître parce que chaque réaction a une manière d'être spécifique, et qu'en étudiant beaucoup dans cette voie nous aurons quelque chance de connaître le mécanisme chimique des oxydations naturelles, diastiques ou autres. Comme nouvel exemple de curieuse spécificité, on peut citer l'action du réactif de Caro sur les acétones. Ce réactif, mélange d'acide sulfurique concentré et d'un persulfate, intercale un oxygène dans les cycles cétoniques². Soit l'exemple de la menthone :



Ces travaux, encore peu avancés, laissent deviner le moyen d'ouvrir des cycles au point précis où l'acétone est devenue une lactone. Le camphre agit de même. L'acétone vulgaire donne un peroxyde explosif :



L'oxydation, l'hydrogénation, l'hydratation, la substitution et la condensation sont les cinq grands moyens de travail et de production en Chimie organique. Jusqu'à présent, tout cela s'est fait en

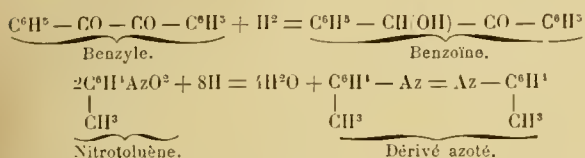
¹ *Chemical Society*, décembre, 1899.

¹ *Chemical Society*, 75, 211.

² BAAYER et VILLIGER : *Berichte*, L. XXXII, p. 3625.

passant par des cycles compliqués et toujours en consommant une forte quantité de produits chimiques. De plus en plus on s'efforce de réaliser ces travaux en utilisant directement l'énergie électrique. Ainsi se font nombre de dérivés acides nitrés, amidés, etc.

Par exemple, les réactions suivantes se font à l'électrode négative :



Le progrès en toute chose est si lent qu'on ne peut affirmer que l'application directe de l'énergie libérée ait supplanté les moyens chimiques. Il y a lieu toutefois d'espérer et de beaucoup espérer.

Souvent les visées industrielles et commerciales ont été la véritable cause des progrès rapides d'une branche de la Chimie organique. C'est là un fait connu et nullement une critique. L'ensemble de la Chimie organique doit beaucoup au succès financier des couleurs dites d'aniline. Mais aussi, des considérations économiques agissent en sens inverse : si je ne me trompe, l'activité, un peu moins grande, de quelques branches de la Chimie organique tient à ces raisons.

Les matières colorantes ont conduit à des succès tels que le nombre des chercheurs s'est accru. De ce fait la question a été mieux connue et même soumise à cette étude « exhaustive » qui l'a un peu épuisée. Les bonnes couleurs du début subsistent ; un petit nombre d'autres seulement s'y sont ajoutées : il suffit de les mélanger pour avoir une bonne palette. Pendant ce temps, les milliers de couleurs trouvées tombent dans l'oubli. Il faut dire aussi qu'une étude rationnelle a fait baisser le prix des colorants vraiment pratiques et que les antiques couleurs végétales qui donnaient tant de splendeur aux costumes anciens, ne sont pas mortes, tant s'en faut.

Les parfums, il y a vingt ans, nous étaient un monde inconnu ; aujourd'hui, il nous reste déjà moins d'espoir de créer des sensations olfactives inédites par des coups de synthèse simple. Puis, à supposer qu'on vienne à créer une infinité de nuances parfumées, notre organe perceleur ne peut de suite s'y accoutumer. Lié de tout temps au monde naturel, l'odorat ne tiendra pas pour agréables tous les produits chimiques que nous sommes capables de faire. Et, dans ce monde naturel, nous connaissons déjà la plupart des formules peu nombreuses qui forment les parfums. D'abord on n'a cru voir que des entités odorantes chimiquement définies, comme la vanilline, la couma-

rine, le rhodinol... De là un élan de recherches.

Mais la nature compose les parfums, dont chaque fleur a adopté et conserve toujours la mode, avec des drogues simples.

Il paraît acquis¹ que l'essence naturelle de jasmin — un parfum de fleur s'il en fût — est un composé de

Indol C ⁸ H ⁷ Az	2,5 %
Jasmine C ¹⁰ H ¹⁶ O ²	3,0
Anthranilate de méthyle C ¹¹ H ⁹ AzO ²	0,5
Acétate de benzyle C ¹² H ¹⁶ O ²	63,0
Acétate de linalyle C ¹² H ²⁰ O ²	7,5
Alcool benzylique C ⁷ H ⁸ O	6,0
Alcool linaloïque C ¹⁰ H ¹⁶ O	15,5

C'est bien là une composition où, dans de fortes quantités de dérivés benzyliques ou linaloïques, la Nature, comme un parfumeur en vogue, met à propos de minimes doses d'autres drogues également connues.

Ici les plantes donnent des masses énormes d'huiles à odeur parfois repoussante, mais d'où l'on sait extraire les constituants des parfums estimés. Il y a moins à chercher des nouveautés chimiques qu'à séparer des constituants dépréciés pour les mélanger de nouveau selon des proportions demandées. A ce point de vue, n'est-il pas curieux de savoir que la coumarine, matière simple qu'on fait très facilement de pleine synthèse, est encore produite à bon compte par une orchidée du Mexique ?

L'étude des alcaloïdes n'a pas donné grand chose cette année. Je crois bien que le souci, pour tous les laboratoires, de mener leurs affaires courantes tout en préparant des produits d'Exposition a restreint les travaux ; mais aussi, en se plaçant comme pour les couleurs et les parfums au point de vue de la production, on croit voir les mêmes effets. Un grand effort de travail a été fait pour créer de synthèse plus de dérivés médicamenteux que nos organes n'en peuvent supporter. Le chloroforme, l'antipyrine, le sulfonal, le salicylate et quelques autres bienfaits artificiels sont consacrés par un usage prolongé. Mais, fort heureusement, on ne mange pas des masses notables de médicaments actifs. Les maladies susceptibles d'être traitées avec succès ne le sont qu'avec un bien petit nombre de produits chimiques. L'immense effort qu'il reste à faire à la Chimie organique dans ce domaine, ne doit pas nécessairement se réaliser dans des fabriques. Les opiacés et la quinine sont l'objet de cultures méthodiques. L'éducation de ces plantes en vue de produire beaucoup d'alcaloïdes n'apparaît pas plus extraordinaire que celle de la betterave sucrière, et alors le végétal créera sans doute plus économi-

¹ HESSE, *Berichte*, t. 32, p. 563, 565, 2.611.

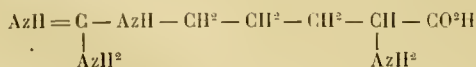
quement les poisons compliquées que ne pourra la faire une usine. Puis une autre évolution s'est accomplie par l'intervention pastorienne : les grandes maladies portent en elles leur principe de guérison : quelques centimètres cubes d'une sérosité antidiphthérique, produite en abondance par des chevaux vaccinés à cet effet, supprime le croup plus vite qu'une série de médicaments et de soins éclairés. Divers maux ont déjà leur antidote ou contre-poison certain, et cela débute. Ce n'est plus dans le sens de la consommation des produits chimiques que se fait le progrès. Le principe de la conservation de l'énergie ne se dément pas pour la Chimie organique : il se transforme. Les couleurs, les médicaments et les parfums semblent avoir un avenir plus étroit qu'on n'avait pensé. Mais une étude de plus en plus approfondie de la Chimie organique théorique et pratique est exigée du monde moderne dans un autre but ; si tous ces produits dont nous avons parlé peuvent échapper à l'usine de synthèse, ils devront sortir de l'usine d'extraction. A mesure que des hommes sont soustraits aux dures besognes traditionnelles, d'autres se forment, dans les laboratoires, pour diriger le travail des machines et des êtres en vue de produire plus de matière alibile, de la préserver, de la transporter et de diminuer pour tous cette somme de souffrance qui, autrefois, paraissait un mal nécessaire.

La puissance scientifique me paraît, dans une certaine mesure, indéfinie pour extraire et conserver, non pour créer économiquement. Pour les synthèses, on ne dispose que de la houille, du bois, du pétrole, de l'air, et de l'eau. Et la Nature transforme ces choses bien plus adroitement que nous.

En raison de la simplicité de formule des bases hexoniques, on ne pouvait manquer d'en rechercher la constitution et au besoin d'en faire la synthèse. Selon A. Ellinger ¹, la lysine, acide diamidocaproïque des tissus vivants, se convertirait par putréfaction en cadavérine :



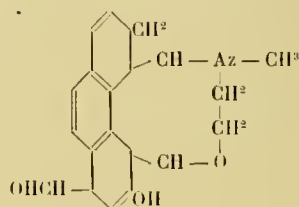
L'arginine $\text{C}^6\text{H}^{14}\text{Az}^4\text{O}^3$, autre constituant des protoplasmas, que l'eau de baryte sépare en urée et acide diamidovalerianique, a été reconstituée par MM. E. Schulze et Weinterstein ². L'acide diamidovalerianique et la cyanamide engendrent à leur tour l'arginine :



Sans doute le mot de bases hexoniques, qui se trouvait convenir aux premières bases en C^6 qu'on

a découvertes, ne devra pas être pris trop à la lettre. En réalité, si l'arginine a six carbones, il n'y en a que cinq en continuité formant le vrai radical de la formule. Tout cela se passera vraisemblablement, comme pour les sucres, avec un peu plus de complication introduites par les azotes; il se fera des divisions comme celles des pentoses, des heptoses et leurs polymères.

L'étude de la morphine achemine peu à peu les chimistes vers la synthèse. La matière précieuse qui suspend pour des temps assez longs la douleur, a une formule très complexe, seulement probable et un peu imprécise; mais c'est déjà un grand point que deux hommes aussi compétents que Knorr et von Gerichten continuent à s'accorder sur le schéma suivant d'un phénanthrène substitué :



Avant peu d'années, des kilomètres de terre seront rendus à la production de la matière alibile, la seule chose que l'homme ne puisse espérer faire de synthèse et dont il vit souvent avec parcimonie, quand il ne meurt pas de famine.

Sur le cas de la quinine, on est moins avancé en théorie; mais, en pratique, cette précieuse matière, qui a valu 800 francs le kilo, ne vaut plus que 60 francs. Ce résultat est dû à une culture méthodique, à une éducation de la plante par sélection et, si la synthèse en usine intervient bientôt, ce qui se peut, nous aurons à enregistrer un grand succès chimique sans doute, mais non pas une conquête sur la fièvre ni un changement de travail producteur.

Il en est de même pour d'autres questions. Quel avantage aurons-nous d'ici longtemps à faire des terpènes si nous le pouvons jamais? L'exemple des sucres est là, très sensiblement connu, — je parle du saccharose; — on ne songe pas à tenter de nouveaux efforts pour produire le sucre, dont la betterave et la canne nous font un aliment pratique, tandis que la synthèse nous le ramènerait à l'état de médicament coûteux. Il n'est pas dans mon esprit de médire de la Chimie, que j'aime trop, mais on ne peut demander à la science de l'homme que les choses rares et chères que la mine et la culture ne peuvent donner. Il en va ainsi de la question de l'indigo : on en écrit beaucoup, diverses synthèses se font depuis vingt ans avec difficulté; mais l'indigotier poursuit toujours avec le plus grand succès économique cette synthèse qui nous

¹ *Berichte*, t. XXXII, p. 3542.

² *Berichte*, t. XXXII, p. 3191.

paraît d'autant plus pénible qu'on y a dépensé des millions. Pour cet indigo, après l'acide phénylpropionique, on veut faire mieux et il se trouve que la production de matériaux simples, comme la phtalimide ou l'aldéhyde ortho-nitrobenzoïque, se présente encore comme des problèmes pratiques non résolus.

N'ayant pas à décrire l'infinité des cas particuliers et les procédés techniques, le champ d'une Revue de Chimie organique se rétrécit chaque année. Peut-on encore intéresser les hommes de culture générale en leur parlant des trois séries de dérivés aromatiques qu'on découvre par centaines? Je ne le crois pas. Les sucres aldéhydiques sont connus en grand nombre; mais il se peut que, dans le monde vivant, existent divers sucres cétoniques. En tous cas, l'étude chimique de ces corps est importante et peu avancée, sauf dans le cas de l'ancien lévulose, aujourd'hui *fructose*. Entre autres choses, c'est de l'examen de ces cétones que s'occupe M. G. Bertrand, en les attaquant par les ferments dans les laboratoires de Chimie de l'Institut Pasteur, pourvus du puissant outillage moderne. C'est ainsi qu'a été produit un sucre cétonique simple : l'érythrulose $\text{OHC}^2 - \text{CO} - \text{CHOH} - \text{CH}^2\text{OH}^1$.

Ce qui reste net et ouvert à notre besoin de science, ce sont, parmi les corps « non classés », de Gerhardt, les terpènes avec leurs résines, les « extractifs » et saponaires et les albuminoïdes, depuis ceux qui sont relativement simples jusqu'aux tissus épidermiques condensés comme des saccharides. Pour connaître ces matériaux liés à la vie, il faudra certes un temps bien plus long qu'il n'en a fallu pour acquérir notre peu de savoir sur de simples pyrogénés de nos séries grasse et cyclique.

11

La Chimie minérale réserve toujours la surprise de corps simples nouveaux : en cela, elle touche à l'inconnu permanent de la Nature physique et permet d'attendre toute sorte de révélations. Les travaux de MM. Moissan, Ramsay, Curie ont rompu nos classifications et apporté de nouveaux sujets d'étude. Dans ce cas, nous ne puissions pas, ainsi qu'il se passe en Chimie organique le plus souvent, dans le réservoir restreint de nos hypothèses, mais dans l'infini naturel.

Et si nous ne devinons de la sorte qu'une bien faible fraction des secrets qu'il nous sera donné de connaître, au moins ne passons-nous pas notre temps à tourner sans but théorique dans le cercle de notre propre pensée.

Les grandes inventions qui émeuvent jusqu'au grand public restent rares, bien que, dans ces dernières années, on ait été favorisé d'une façon exceptionnelle: il n'est pas possible d'en écrire de nouveau les points marquants chaque année.

Dans la Chimie physique et minérale de laboratoire, il en est de même. Les gaz de l'air, les rayons de Becquerel, les métaux radiants de Curie ont été décrits avec soin dans cette *Revue*.

L'étude laborieuse se poursuit sans qu'un détail de quelque généralité puisse provoquer de surprise. Comme en Chimie organique, l'Exposition a donné aux chercheurs, sinon du repos, au moins de tout autres occupations. Aucune Revue ne devrait peut-être s'écrire cette année, sinon pour rappeler le passé et dire que tous les laboratoires ont repris leur travail avec l'espoir de faire en ce siècle autant que dans l'autre. Malgré la formule rassurante et simple qui prétend que les sciences progressent en raison directe du carré des matériaux qu'elles accumulent, il serait heureux qu'on pût réaliser dans cent ans seulement la quantité de travail intellectuel et matériel qui a illustré les hommes du XIX^e siècle disparus ou vivant encore.

Nous avons vu que les questions physico-minérales se développent de plus en plus. L'anhydride persulfurique S^2O_7 , découvert en 1878 par M. Berthelot, a conduit à la fabrication des sels dont on entrevoit l'importance et dont la stabilité surprend nos préjugés. Le persulfate d'ammonium se produit aujourd'hui par kilogrammes; on l'aurait fait depuis plus longtemps sans doute sans l'idée des atomicités fixes, de cette sorte de défense qui est faite à la Nature de permettre des combinaisons imprévues pour une série où l'*analogie* avait, à notre sens, arrêté définitivement le rapport des combinaisons. Il n'a pas semblé aux expérimentateurs que l'acide persulfurique fût toujours le même, et dès lors MM. Martin Lowry et J. West¹ ont recherché la nature de ces combinaisons.

Il a paru d'abord que des composés en série tels que $x\text{H}^2\text{O}^2 + y\text{SO}^3$ prenaient naissance; une étude plus complète a montré que les effets observés dépendent de la concentration en acide selon les conditions de préparation. Ces concentrations dépendent elles-mêmes d'un équilibre chimique où figurent les phases H^2O , SO^4H^2 , SO^4H et H^2O^2 . La forme de la courbe d'équilibre serait donnée par l'équation du quatrième degré :

$$\frac{\text{SO}^4\text{H}}{\text{H}^2\text{O}^2} = k \left(\frac{\text{SO}^4\text{H}^2}{\text{H}^2\text{O}} \right)^2.$$

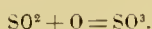
Cela est un peu spécial et se résout par l'étude d'un cas particulier issu d'une théorie générale. A

¹ C. R. 1900, t. CXXX, p. 1330.

¹ J. of the Chem. Soc. 1900 p. 957.

un autre point de vue, cette question des acides du soufre commence à subir une importante transformation.

L'acide sulfurique était arrivé à une fabrication presque parfaite dans les encombrantes chambres de plomb bien connues. Mais il semble qu'un souffle nouveau bouleverse toutes nos idées de production chimique. Une très ancienne réaction, qui ne se réalisait que dans les cours de Faculté, a été reprise : l'acide sulfureux, qui n'est pas saturé, s'est montré plus combustible qu'on ne croyait ; et, en faisant passer ce gaz dans un tube avec de l'oxygène en présence d'une matière de contact (l'ancienne action catalytique), on a de l'anhydride sulfurique solide :



De longues études sur un dispositif et des conditions avoisinant ce qu'on appelle le « tour de main chimique », vont révolutionner une industrie¹. En effet, on n'aura plus à transporter, dans de dangereuses touries ou dans des citernes flottantes, un liquide corrosif — le vitriol — mais des blocs solides et inoffensifs dans leurs boîtes en métal : de l'anhydride SO_3 . Quelques morceaux du plus important des produits chimiques pourront acidifier de l'eau dans le centre des continents peu accessibles.

Sur toute la Chimie minérale agit le même esprit de simplification.

Pour le chlore et ses dérivés, il y a dix ans à peine, se faisait un puissant effort de recherches chimiques. Aujourd'hui, il semble bien que, pour faire la soude électrolytique correspondant à 23 tonnes de sodium, on soit menacé de l'encombrement résultant de la production de 35 tonnes de chlore.

Le monde ne peut indéfiniment consommer du chlore ni ses dérivés. Le siècle passé lègue cette abondance de biens ; aux autres à établir le détail et aussi l'équilibre de ces richesses de la science en vue d'un meilleur résultat général.

Toute cette grande industrie minérale et physique se tient, s'enchaîne. Nous voyons encore bien peu dans ces questions, liées à tant d'intérêts de tout ordre, au déplacement de toutes les formes de richesse. On a commencé à sentir les premières atteintes de la pénurie du charbon, lequel n'existe, de science certaine, que dans de rares points d'un seul des terrains géologiques du globe. L'Amérique et même la Chine n'en donneront que pendant un temps limité.

Mais déjà nous commençons à savoir capter avantageusement l'énergie du Soleil. C'était autre-

fois une chimère, avant qu'on eût installé en grand, sur les eaux vives, des turbines, des alternateurs et des câbles. Avec un médiocre torrent, on peut concentrer dans un village, et à distance, la puissance de plusieurs milliers de chevaux infatigables, travaillant nuit et jour, pendant des mois et des années. Ce fait est gros de conséquences chimiques.

Grâce au four électrique de M. Moissan, dont le nom restera comme celui du créateur d'une évolution physico-chimique, l'énergie solaire sera accumulée sous diverses formes. Sans essai de prophétie, — ce qui est toujours vain, — nous savons ce qui est déjà sorti de ce puissant appareil calorifique sous diverses formes. Le carbure de calcium emmagasine presque directement la lumière solaire.

Peu de métaux, bien peu, échappent à la réduction et nous assistons au début de l'action de ces températures.

En même temps toute une métallurgie par électrolyse voie sèche nous apparaît : tel est le cas du magnésium et surtout de l'aluminium. Mais, ici encore, il s'agit de mettre en barres un peu de l'activité du monde solaire. L'aluminium consomme en se formant une grande quantité d'énergie.

De là est née l'alumino-thermie. M. Moissan, sans doute préoccupé de ne pas introduire de carbone dans les métaux, ce qui a lieu toujours en les réduisant par le charbon selon l'usage, imagina de jeter de l'oxyde de chrome sur un bain d'aluminium fondu. Plus tard M. Goldschmidt établit sur cette idée l'alumino-thermie pratique. La limaille d'aluminium et l'oxyde de chrome allumés en un point par une cartouche très oxydante au bioxyde de baryum continuent à brûler en grandes masses, selon une loi thermo-chimique : il se fait du chrome fondu et une scorie de rubis :



Et l'on peut, par cette simplification, faire des tonnes de métal sans gaz, sans fumée, presque dans des appareils de salon.

La classification étroite des sciences, si brillamment cataloguées par Auguste Comte, fut passagère ; les idées, moins systématiques, de Cournot l'emportent. Il ne reste plus comme directions irréductibles que les sciences de l'Esprit et celles de la Nature. Dans ces dernières, il y a quelque chose de comparable à une ligne de partage des eaux entre deux plaines infinies. Du sommet nous regardons l'étendue mystérieuse des phénomènes physiques et matériels ; de l'autre le mystère de la vie.

A. Etard

Examinateur de sortie à l'École Polytechnique,
Chef de Service à l'Institut Pasteur.

¹ La *Revue* publiera dans son prochain numéro un important article de M. A. Haller sur cette question.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lavergne (Gérard). — Manuel théorique et pratique de l'Automobile sur route. — 1 vol. de 722 pages et 329 figures (Prix: 17 fr. 50) — Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1900.

M. Lavergne n'est pas un inconnu pour les lecteurs de la *Revue* qui, depuis longtemps, ont su apprécier en lui le savoir de l'ingénieur autant que le style serré et concis de l'écrivain. Son ouvrage actuel peut être considéré comme un des documents les plus complets publiés sur cette nouvelle industrie de l'automobilisme, qui prend tous les jours plus d'importance. On y retrouve naturellement les qualités de précision du mathématicien qui n'avance aucun chiffre à la légère et base tous ses calculs sur des données expérimentales. Les exemples pratiques abondent, qui viennent justifier les résultats trouvés par le calcul, et la classification très nette adoptée par l'auteur est de nature à jeter des bases solides dans l'esprit du futur adhérent au nouveau genre de sport. Pour faire l'analyse d'un tel livre ou même en énoncer seulement les chapitres, il faudrait un espace considérable; nous nous bornerons donc à en signaler seulement les points les plus saillants.

Au début de son ouvrage, M. Lavergne prend la précaution d'initier son lecteur aux termes techniques qu'il emploiera à presque toutes les pages. Cet exemple devrait bien être suivi par les auteurs de tous les livres techniques qui s'adressent au grand public. Puis, après quelques mots d'historique, indispensables à toute science, il entre immédiatement au cœur de son sujet. Les trois agents d'énergie auxquels l'automobilisme peut avoir recours jusqu'ici sont: la vapeur, le pétrole et l'électricité. Les organes qui les engendrent et ceux qui les mettent ensuite en œuvre seront donc étudiés dans l'ordre précédent, et leurs caractéristiques discutées.

Parmi les chaudières à vapeur, le système aquatubulaire est préféré avec chauffage par combustibles liquides; et, puisque les moteurs rotatifs ne sont pas encore pratiques, et que les turbines ne sont pas applicables en raison de leur trop grande vitesse, on est forcé de se rabattre sur des moteurs alternatifs à cylindres fixes multiples, à simple ou à double expansion, dont le surchauffage des enveloppes et l'adjonction d'un condenseur à air pourront améliorer le rendement. Tous ces organes relativement pesants conviendront spécialement pour la traction des véhicules lourds.

Avec le pétrole lampant ou l'essence de pétrole, il faut avoir recours aux carburateurs: Les plus perfectionnés parmi les appareils de ce genre sont les carburateurs à pulvérisation qui s'adaptent aux voitures et non aux motocycles. Quant aux moteurs, ils appartiennent tous au type à compression et à explosion, avec distribution par soupapes automatiques, sauf dans les moteurs Loyal et Dufour. La régulation s'obtient lors des variations de charge, en modifiant soit la quantité d'essence admise dans le carburateur ou dans la chambre d'aspiration, soit la quantité du mélange carburé admis dans le cylindre, soit enfin le dosage du mélange carburé. Un constructeur même fait varier la compression en raison inverse de la richesse du mélange, en constituant le fond de la culasse du cylindre par un piston mobile. L'allumage du mélange explosif s'obtient généralement avec une étincelle d'induction produite par une pile sèche. Un des moteurs à essence les plus intéressants à signaler est celui imaginé par MM. Gobron et Brillié, qui évite toute trépidation de la voiture par la combinaison heureuse de deux pistons travaillant en sens

inverse l'un de l'autre: c'est un système absolument analogue à celui du moteur von Oechelhauser, dont la stabilité en marche, même avec des unités de très grande puissance, est si remarquable. Les moteurs rotatifs, avec l'essence de pétrole pas plus qu'avec la vapeur, ne sont arrivés à un degré de perfection les rendant pratiques, et la solution du problème paraît encore bien lointaine. En résumé, les moteurs à essence présentent généralement le grave défaut de manquer d'élasticité et c'est surtout dans les organes de réglage qu'il y a lieu de rechercher les améliorations.

Au point de vue électrique, les accumulateurs sont les seuls générateurs applicables aux automobiles, si l'on fait abstraction du si intéressant essai d'utilisation du trolley que tout le monde a pu admirer à l'Exposition de Vincennes. L'auteur passe en revue les différents accumulateurs employés et donne la préférence au couple plomb-plomb avec eau acidulée sulfurique. Un calcul détaillé fait très bien ressortir la possibilité économique d'un tel mode de locomotion et les différents concours de facteurs qui ont en lieu sont venus pleinement confirmer la réalité de ces chiffres. Quant au moteur électrique, son avantage sur tous les autres systèmes de moteurs, au point de vue de la traction, n'est plus discutable. C'est la machine automobile par excellence, jouissant à la fois du mouvement rotatif, de l'élasticité et de l'autorégulation, qui sont autant de gages précieux de sécurité pendant le marche.

Dans un chapitre très condensé sont résumés les avantages et inconvénients des trois éléments d'énergie. La lecture attentive de ce passage du livre redressera bien des erreurs ou des idées préconçues.

On entre ensuite dans les domaines du constructeur et de l'acheteur. Veut-on calculer la puissance qu'il est nécessaire de donner à un moteur pour que la voiture qu'il actionnera réponde à des conditions imposées, ou désire-t-on se rendre compte de la puissance d'un moteur existant, par exemple, au moment de la réception? Les deux cas ont été prévus et les questions résolues.

La seconde partie du livre traite des transmissions, c'est-à-dire des organes intermédiaires reliant le moteur au véhicule lui-même. C'est un cours de Mécanique spécialement approprié au sujet: la nécessité des transmissions est justifiée par l'obligation de modifier la vitesse de marche, de faire reculer la voiture, de débrayer le moteur et d'assurer l'indépendance des roues motrices, lors des virages. M. Lavergne a décrit avec beaucoup de détails les différentes sortes d'embrayages, les plateaux de friction, les courroies, les engrenages, les engrenages différentiels, les encliquetages, les chaînes Galle, les chaînes Renolds, les systèmes acatènes, etc. Les assemblages divers de ces organes varient suivant les systèmes de voiture, qui sont tous passés très consciencieusement en revue.

Le véhicule comprend les essieux, les roues, les bandages et sur chacun de ces éléments on trouve, dans l'ouvrage de M. Lavergne, tout ce qu'on en peut dire. L'étude des bandages, en particulier, présente un gros intérêt: elle montre la tendance manifeste à se servir du caoutchouc, même pour les voitures lourdes. Vient ensuite: la fabrication des ressorts si utiles à la suspension, celles du châssis et de la caisse; et, à ce propos, l'auteur discute comment le carrossier doit comprendre l'esthétique de sa voiture, tout en se conformant aux principes de l'ingénieur: il conseille d'éviter les larges surfaces transversales qui peuvent accroître bien vite le travail imposé aux moteurs pour la propulsion rapide du véhicule et propose la disposition en biseau des glaces placées sur l'avant des voitures et pour

la caisse même la forme de proue, qui, par une heureuse coïncidence, semble devoir complaire à l'œil qui, par habitude, recherche toujours le cheval. Des freins agissant soit sur les bandages, soit sur des poulies, des appareils mécaniques de graissage complètent la liste des organes qu'on peut rencontrer dans une voiture automobile.

Une troisième partie décrit, dans tous leurs détails, les nombreux systèmes de voitures, et le lecteur, bien initié à la connaissance de chaque élément, en parcourt toutes les pages avec fruit et sans fatigue. Ce sont d'abord les véhicules à vapeur comprenant les omnibus, camions et tracteurs; les voitures légères et les avant-trains moteurs. Parmi les véhicules à pétrole se succèdent les tricycles et quadricycles, les voiturettes, les tricycles et voiturettes de livraison, les voitures; enfin, on passe aux véhicules électriques, c'est-à-dire aux voitures, fiacres et cabs. Un système mixte, celui des véhicules pétroléo-électriques, semble assez logique, puisque l'électricité vient suppléer au manque d'élasticité du moteur à pétrole, tandis que ce dernier permet d'emporter sur la voiture une grande quantité d'énergie dont le renouvellement est bien facile en cours de route.

L'ouvrage se termine par le compte rendu très impartial des résultats de tous les concours qui ont eu lieu depuis 1894 et qui ont eu une si grande influence sur le développement de l'industrie nouvelle. En première ligne se place le concours de Paris-Rouen, dont, on se le rappelle, le prix fut partagé entre les maisons Panhard et Levassor et les fils de Peugeot frères; puis, successivement, la course de Paris-Bordeaux où la voiture à pétrole Panhard accomplit, en 48 heures 47, un trajet de 1.200 kilomètres; la course Paris-Marseille (1711 kilomètres); celles de Paris-Amsterdam, de Nice-Castellane; enfin, le tour de France. A côté des courses de vitesse, sont signalés les concours de poids lourds, les concours de fiacres et de voitures de livraison, les concours de moteurs et d'accumulateurs. Tous les détails en sont à lire pour celui qui veut suivre pas à pas les progrès de l'automobilisme. Il y éprouvera certainement un léger sentiment de fierté nationale, en reconnaissant que cette industrie prit son essor principalement dans notre pays. Il faut savoir gré à M. Lavergne de l'avoir si bien montré. Son livre est utile et restera: c'est une étude didactique de premier ordre.

EMILE DENENGE,
Ingénieur-métallurgiste.

2° Sciences physiques

Hiorns (Arthur H.), *Directeur de l'École de Métallurgie de « Birmingham and Midland Institute ».* — **Les Alliages métalliques.** (*Traduction augmentée d'un appendice par M. G. Boudouard, Préparateur au Collège de France, avec une préface de M. H. Le Chatelier, Ingénieur en chef des Mines.*) — 1 vol. in-8° de 444 pages avec figures. (Prix: 10 francs.) G. Steinheil, éditeur, Paris, 1901.

L'étude des alliages métalliques a fait l'objet, dans ces dernières années, de Mémoires nombreux et importants, et s'est développée au point de constituer une branche nouvelle de la Science, la Métallographie. Mais ce mouvement scientifique, provoqué principalement par les travaux de M. H. Le Chatelier, est de date toute récente. Les résultats obtenus, tout en donnant une orientation nettement scientifique à des questions qui n'étaient traitées jusqu'ici que d'une manière grossièrement empirique, sont encore insuffisants pour permettre d'élever une théorie générale et définitive; ils suffisent à démontrer que la Métallurgie est une science comme une autre et non un art réservé à quelques spécialistes qui dissimulent leur ignorance en parlant de secrets de fabrication; mais ils ne permettent pas encore de donner à cette science une forme suffisamment précise pour être traduite immédiatement en applications pratiques.

Les traités relatifs aux alliages, pour la plupart anté-

rieurs aux travaux auxquels nous faisons allusion, et qui ne sont que des collections de faits et d'observations, gardent donc encore leur intérêt, au moins à titre de documents. M. Boudouard a donc fait œuvre utile en nous donnant une traduction du livre de M. Hiorns, qui mérite une place à part parmi les ouvrages consacrés aux alliages métalliques. M. Le Chatelier le caractérise ainsi dans une très intéressante préface placée en tête de la traduction de M. Boudouard:

« La précision des détails, la variété des formules contenues dans cet ouvrage inspirent à première vue une confiance dont nous avons pu contrôler le bien fondé sur différents points qui nous étaient plus particulièrement connus. Ce n'est certainement pas un ouvrage bien rédigé; il manque d'ordre, il est surchargé de répétitions, et pourtant la lecture en est attrayante. Il a une certaine saveur de vieux bouquin; on y trouve des collections de recettes sentant leur alchimie, qui font bien comprendre ce qu'a été cette industrie des alliages et comment elle s'est développée. Ce livre clôt une longue période de tâtonnements empiriques; il en fait connaître les résultats avec toute la précision que comporte le sujet. »

M. Boudouard a fort heureusement complété le livre de M. Hiorns par un appendice dans lequel il résume les travaux récents sur les alliages métalliques et montre bien l'orientation nouvelle que prend maintenant la question.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

Richaud (Albert), *Pharmacien en chef de l'Hospice d'Ivry.* — **Recherches physiologiques sur l'inulase et l'inuline.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 brochure in-8° de 94 pages. G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1900.

L'inuline est un corps voisin de l'amidon, qu'on rencontre, sous forme de réserve, dans un assez grand nombre de végétaux. Elle constitue la masse principale des tubercules de topinambour, des fonds d'artichaut, des gousses d'ail, etc. Elle joue donc un rôle assez important aussi bien dans la nutrition des animaux que dans celle des plantes. Or, il arrive, comme pour les autres hydrates de carbone complexes, que l'inuline n'est pas directement assimilable par l'organisme. Dans sa thèse, M. Richaud l'a montré pour le chien et le lapin: quand on injecte l'inuline en solution aqueuse dans les veines de ces animaux, on la retrouve presque tout entière dans les urines.

Chez les plantes, par exemple chez les tubercules de topinambour, au moment de la germination, l'inuline est d'abord transformée en sucre, en lévulose, sous l'influence d'un ferment soluble particulier, que Grüss a désigné sous le nom d'*inulase*.

Un tel ferment intervient-il aussi dans la digestion de l'inuline par les animaux? C'est la question principale résolue par les recherches de M. Richaud. En opérant sur le bœuf, le chien, le lapin et le canard, l'inulase n'a pu être décelée dans aucune partie de l'appareil digestif, même quand ces animaux avaient été soumis durant une assez longue période au régime inulacé.

C'est le suc gastrique, agissant en vertu de son acidité, et seulement en vertu de son acidité, qui est l'agent physiologique normal de la saccharification de l'inuline. On s'explique très bien ce phénomène quand on étudie l'action de l'acide chlorhydrique sur l'inuline: même à des dilutions inférieures à celles où il existe dans le suc gastrique, l'acide chlorhydrique transforme l'inuline en lévulose dès la température du corps. Ces résultats ont été confirmés presque au même moment par MM. Biéri et Portier (*C. R. Soc. Biol., mai 1900*).

On voit par là combien il faut être prudent dans la généralisation des processus d'ordre chimico-biologique. Sans doute, en s'appuyant sur l'existence des diverses diastases digestives: amylolytiques, pepsiques, lipasiques, etc., chez les Animaux et les Plantes, on pouvait croire qu'il en serait de même pour l'inulase. Les faits rapportés plus haut établissent nettement qu'il

n'en est pas ainsi, qu'une même transformation chimique peut être réalisée de manière différente chez les deux groupes d'être vivants.

La thèse de M. Richard renferme encore quelques expériences relatives à la spécificité de l'insulase, à l'action de divers agents physiques et chimiques sur ce ferment, enfin à l'influence négative du régime inulcéré sur la formation et la nature du glycogène hépatique. Bien que sommaires, elles méritent d'être signalées, car elles complètent d'une manière utile l'étude principale entreprise par l'auteur.

GABRIEL BERTRAND,
Chef de Service à l'Institut Pasteur.

3° Sciences naturelles

Cord (E.-G.) et Viré (A.). — La Lozère. Causses et gorges du Tarn. GUIDE DU TOURISTE, DU NATURALISTE ET DE L'ARCHÉOLOGUE. — 1 vol. in-16 de la Collection des Guides Boule, avec 87 dessins ou photographies, 4 cartes en couleurs. (Prix, cartonné toile : 4 fr. 30.) Masson et C^o, éditeurs, Paris, 1900.

L'an dernier paraissait un livre ayant pour titre : « *Le Cantal, guide illustré du touriste, du naturaliste et de l'archéologue* », dont les auteurs étaient deux Cantaliens d'origine : MM. Boule et Farges. Ce livre, à la fois guide et monographie, constituait une innovation des plus heureuses, car les auteurs avaient rompu avec les méthodes surannées usitées dans la rédaction des anciens guides.

On se bornait en effet, dans ces derniers, à une énumération, très souvent aride, de ce qu'on voyait superficiellement. Les traits spéciaux d'un paysage, son véritable caractère étaient remplacés fréquemment par un morceau littéraire qui pouvait s'appliquer à mille paysages plus ou moins semblables. On ne se demandait pas pourquoi telle contrée avait un cachet si spécial, pourquoi telle rivière était torrentueuse, telle vallée large et peu profonde, telle autre étroite et fortement encaissée; on ne cherchait pas à expliquer la richesse minérale, industrielle ou agricole d'un pays; on se bornait à une simple constatation; on ne se demandait pas quels facteurs avaient pu influer sur la race d'une région, sur sa faune et sa flore, etc., etc. En revanche, le touriste devait se pâmer devant certains paysages et certains monuments. Le reste ne comptait pas ou était de médiocre importance.

Les auteurs du *Cantal* ont voulu transformer l'éducation du touriste; ils ont voulu que son esprit eût autant de joie que ses yeux.

Ils ne se bornent pas, en effet, à enregistrer ce qu'ils voient; ils se demandent le pourquoi des choses; ils expliquent et ils commentent ce qu'ils décrivent. Ils obligent ainsi le lecteur à réfléchir et à raisonner et, en ce faisant, ils l'instruisent. Ils ne s'adressent pas seulement à sa mémoire; ils demandent aussi un effort à son intelligence. Et ainsi ils multiplient pour lui l'altraire et les profits du voyage.

Les auteurs ont suivi l'évolution profonde subie par les études géographiques dans ces dernières années.

Le succès du *Cantal* a décidé M. Boule, un savant qui sait écrire simplement et rendre accessibles à tous des questions même ardues, à entreprendre la publication de guides analogues pour toutes les régions françaises. Les auteurs de ces guides joindront à la parfaite connaissance d'un pays qui sera généralement le leur, des titres scientifiques ou littéraires éprouvés.

Le second volume de cette collection a trait à la Lozère, un des départements les plus pittoresques de France et dans lequel les paysages présentent la plus grande opposition.

J'ai eu l'occasion de parcourir ce département avec les membres du Congrès géologique international, en traversant deux fois la Margeride, en suivant toutes la région des Causses, les gorges si curieuses et si belles du Tarn et de la Jonte, et en terminant mon excursion dans le sud des Cévennes, à l'Aigoual. J'ai pu me rendre

compte, livre en main, de la façon dont le Guide était composé, de son côté pratique, et goûter encore mieux l'attrait de la contrée que je visitais. J'ai constaté, avec plaisir, combien les auteurs, MM. E.-G. Cord et Viré, avaient su présenter habilement et simplement tout ce qui doit intéresser un touriste.

Des cartes, de nombreuses et belles photographies, des dessins au trait, viennent augmenter l'intérêt du livre et sont des souvenirs précieux pour le voyageur.

En terminant, il convient de dire que l'œuvre de M. Boule sera considérable, car la série des Guides-monographies constituera une magnifique étude de notre pays et des moyens pratiques de le visiter.

Nous sommes persuadé que ces Guides seront appréciés de toutes les personnes qui ne se contentent pas de voir, mais qui veulent comprendre ce qu'elles voient.

PH. GLANGEAUD,
Maître de Conférences
à l'Université de Clermont-Ferrand.

Piolet (le R. P.) et Noufflard (Ch.). — L'Empire colonial de la France : Madagascar, La Réunion, Mayotte, les Comores, Djibouti. (Préface de M. CHAILLEY-BERT. — 1 vol. in-4° de la Collection Courtellemont, avec figures. (Prix : broché, 22 fr.; relié, 27 fr.) Firmin-Didot et C^o et Aug. Chaillemont, éditeurs, Paris, 1901.

Ce livre est le premier volume d'une série d'ouvrages sur nos colonies, dont notre ami et collaborateur M. Gervais-Courtellemont a entrepris la publication.

Nous signalons tout particulièrement à nos lecteurs la belle préface de l'ouvrage, qu'un autre de nos collaborateurs, M. Chailley-Bert, a magistralement écrite. Il analyse la situation de notre empire colonial à la fin du XIX^e siècle avec la netteté et la précision qui sont la caractéristique de son talent. Il nous montre d'abord l'importance de cet empire, « acquis par nous presque en totalité depuis 1880, d'une étendue de 8 millions de kilomètres carrés, quinze fois grand comme la France continentale ».

Il étudie successivement les intéressantes questions des groupes indigènes qui peuplent cet empire, son climat tropical, et déduit de ses observations le rôle que nous sommes appelés à y jouer, — d'où découle l'impulsion que nous devons donner à notre politique coloniale. Il nous expose ses vues sur l'administration coloniale et constate les immenses progrès de l'idée coloniale dans l'opinion publique en France.

M. Chailley-Bert cède alors la plume au P. Piolet, l'auteur de tant d'ouvrages appréciés sur Madagascar, qui nous décrit, avec une profonde connaissance des choses et des hommes de ce pays, d'abord la géographie de l'île, puis son histoire et les différentes étapes de la colonisation. Dans presque tout son récit, le P. Piolet oublie volontairement qu'il est missionnaire et nous parle de tout avec une grande indépendance et une liberté d'esprit dont on doit lui savoir gré.

Des illustrations, véritablement merveilleuses de vie et de couleur locale, accompagnent le texte et le complètent harmonieusement.

Après Madagascar, voici la Réunion, Mayotte et les Comores, par M. Ch. Noufflard, le distingué fonctionnaire de l'Office Colonial, qui a fait une étude particulière de ces îles. Le lecteur fait avec lui un voyage des plus agréables dans ces régions qui nous rappellent de glorieux souvenirs, de sombres journées et aussi de brillantes espérances.

Du même auteur est le chapitre consacré à la Côte française des Somalis. Côte inhospitalière, déserte, et que nous nous ingéions à développer, dans l'espérance de destinées plus ou moins lointaines ou plus ou moins certaines, mais avec une persévérance véritablement digne d'éloge.

L'ensemble de ce premier volume nous fait bien augurer de l'œuvre entière. Elle fera connaître et, par conséquent, aimer nos colonies dans un monde qui les ignore trop, et qui doit cependant fournir les initiatives

et les capitaux si nécessaires à la mise en valeur de ce nouveau domaine. N'oublions jamais que les destinées de la France dans le monde sont intimement liées à la prospérité des pays aujourd'hui placés sous notre protection, où nous devons faire triompher la cause de la civilisation, de la science, et surtout de l'humanité.

L. O.

L'École Nationale d'Agriculture de Montpellier. Enseignement. Laboratoires. Champs d'expériences. Publications. Action extérieure. — 1 vol. in-8° de 260 pages. (Prix broché : 8 fr.) Coulet et fils, éditeurs, Grandrue, 5. Montpellier. 1900.

Le Directeur de l'École d'Agriculture de Montpellier et ses collaborateurs ont eu l'excellente pensée de publier un volume sur leur École, à propos de l'Exposition de 1900. Cet ouvrage, édité avec soin et avec goût, renferme toutes les indications que l'on peut souhaiter sur ce bel établissement d'enseignement agricole, si bien placé aux portes de Montpellier, dans l'admirable région viticole de notre Midi. M. Paul Ferrouillat et les professeurs ont rédigé une série de notices sur l'École elle-même, qui n'a été fondée qu'en 1872, sur chacune des chaires, sur les installations générales, les laboratoires, les champs d'expériences, les cultures, les travaux des maîtres, en un mot, sur tout ce qui touche à la vie de l'École et à son fonctionnement. C'est une très heureuse et bonne pensée que d'avoir réuni tous les renseignements utiles destinés à instruire le public sur une de nos grandes Écoles d'Agriculture. Tant de personnes sont disposées à croire que l'on forme des jardiniers ou que l'on instruit des ouvriers ruraux dans nos Écoles nationales d'Agriculture ! Il est bon de montrer ce qu'est aujourd'hui l'Enseignement agricole. A Montpellier, on compte déjà onze chaires différentes, qu'il est utile d'indiquer :

- 1° Agriculture et arboriculture agreste ;
- 2° Botanique et sylviculture ;
- 3° Chimie générale et agricole ;
- 4° Économie rurale et législation ;
- 5° Génie rural ;
- 6° Physique, Météorologie, Géologie et Minéralogie ;
- 7° Sériciculture ;
- 8° Technologie ;
- 9° Viticulture ;
- 10° Zoologie générale et Entomologie ;
- 11° Zoologie et Zootechnie.

Ce n'est pas tout. Des conférences sont faites sur les questions scientifiques qui se rattachent aux divers cours et n'ont pas pu être traitées d'une façon assez étendue dans chacun d'eux. C'est ainsi que la *Bactériologie*, la *Comptabilité agricole*, les *Cultures coloniales*, la *Culture pratique agricole*, le *Dessin* et l'*Horticulture* sont enseignés dans une série de conférences faites par les professeurs, les répétiteurs, ou des conférenciers spécialistes.

Il y a lieu également de citer : La station *Séricicole*, le *Laboratoire d'Analyses*, le *Laboratoire spécial d'Enologie*, l'*Observatoire météorologique* et la *Station d'Essais de semences*.

Voilà, nous dira-t-on, beaucoup de science et peu de pratique ! C'est une erreur. La pratique bien comprise est enseignée à Montpellier comme à Grignon ou à l'École de Rennes ; et nous trouvons dans l'introduction de l'ouvrage que nous analysons d'excellentes observations à cet égard :

« Ce n'est pas que l'instruction pratique manuelle des élèves soit complètement négligée. Si un petit nombre d'entre eux, au sortir de l'École, savent tenir, avec la souplesse et la fermeté voulues, les mancherons d'une charrue, ils ont, tous, au moins été mis aux prises avec les difficultés d'exécution des travaux pratiques de culture. On peut, d'ailleurs, se demander quel serait l'avantage de faire, dans le programme actuel d'enseignement de l'École, une beaucoup plus large part aux travaux pratiques de culture. Le dommage le plus certain qui en résulterait serait de diminuer l'ex-

posé des notions fondamentales des sciences appliquées à l'agriculture en privant les élèves du bagage scientifique dont ils auront le plus grand besoin pour améliorer, chacun dans son milieu cultural, les conditions actuelles de la production agricole. Leur rôle dans une exploitation viticole n'est pas de bien tailler les vignes, mais de savoir comment on labouré bien, à quel moment il convient de labourer, comment il faut tailler et quelle taille aussi bien que quel engrais il faut appliquer pour obtenir les récoltes les plus abondantes et les plus durables. »

L'auteur de ces lignes, M. Houdaille, a parfaitement raison et répond aux critiques inintelligentes de ceux qui confondent un agriculteur avec un ouvrier rural.

Quant à l'utilité du rôle qu'a joué l'École de Montpellier dans l'œuvre du progrès agricole, il est mis en évidence par le nombre de ses élèves et par la carrière qu'ils ont embrassée depuis leur sortie. Depuis 1875 jusqu'à 1895, sur 4.193 élèves admis, 407 ont été diplômés ; et sur ce nombre, 63 sont devenus professeurs, 216 font de la *pratique agricole pour leur compte personnel* ; 77 sont devenus régisseurs ou directeurs d'exploitations.

Ce résultat est intéressant et il prouve combien a été réellement fécond l'Enseignement donné à l'École de Montpellier.

Si le volume que l'on nous présente aujourd'hui n'avait eu pour objet que de nous indiquer le nombre des agriculteurs sortis de l'École, il aurait encore son utilité.

D. ZOLLA,

Professeur à l'École d'Agriculture de Grignon.

4° Sciences médicales

Morache (G.), *Professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine de l'Université de Bordeaux.* — *La Profession médicale ; ses devoirs, ses droits.* — 1 vol. in-12 de 323 pages. (Prix cart. : 4 fr.) Félix Alcan, éditeur. Paris, 1901.

Bien que la Médecine soit plus vieille que les religions, elle finit, à une certaine période de l'évolution sociale, parse confondre avec elles. Les maladies ont, en effet, des origines mystérieuses. Il était logique qu'on les rapportât à l'action de puissances surnaturelles. C'est pourquoi, au début des civilisations, les fonctions de prêtre et de médecin devaient être dévolues au même personnage. En outre, les moyens de guérir ou de soulager et les dogmes religieux ne se transmettent guère que par la tradition. Dans ces matières, l'ingéniosité personnelle n'est d'abord pour rien, elle ne peut se manifester que plus tard. A toutes les autres manifestations de l'art et de la pensée sont attachés des exemples d'esprits prodiges. On peut citer des mathématiciens, physiciens, etc. et des artistes d'un génie prodigieusement précoce ; jamais ce fait ne se produit en matière de religions¹, ni de médecine, parce qu'elles reposent, les premières, sur l'observation universelle, la seconde, au moins sur l'observation individuelle. Or, il faut un temps très considérable, si fécond que soit un esprit, pour rassembler les éléments de l'une ou de l'autre. Tous les livres sacrés *fondamentaux* sont à la fois des livres de Morale et de Médecine. La Médecine garda son caractère religieux jusqu'au jour où elle devint une profession spéciale. Encore, malgré cette scission, conserva-t-elle longtemps des habitudes presque sacerdotales. Aujourd'hui, la conception de la Médecine a totalement changé, et elle semble passer au rang des professions simplement commerciales.

C'est pourquoi nous devons savoir gré à M. Morache d'avoir publié un ouvrage plein de bons conseils, d'idées généreuses et de renseignements positifs, qui peut servir de guide soit au médecin même, soit aux jeunes gens qui se destinent à la médecine pratique. Ils y

¹ Nous prenons ici le mot de « religion » dans son sens le plus grave, et nous ne faisons aucune allusion aux imaginations des illuminés ni aux formes décadentes des religions.

trouveront l'histoire résumée de leur profession, depuis les Collèges de prêtres jusqu'aux Facultés actuelles, l'exposé des lois qui nous régissent aujourd'hui. L'auteur consacre un chapitre intéressant à la femme-médecin, dont il soutient chaleureusement la cause. Puis il entre dans certains détails de la vie du médecin, montre ce qu'il doit être pour remplir son rôle avec correction et dignité. Les chapitres relatifs aux diverses positions médicales et aux rapports du médecin avec le malade dénotent une grande compétence déontologique et sont, à n'en pas douter, le fruit de réflexions personnelles suggérées par une excellente pratique.

Il en est de même des pages importantes où le Professeur Morache traite du secret médical. Elles sont d'une lecture très attrayante pour le médecin, qui sans cesse se trouve dans des situations difficiles pour les cas en apparence les plus simples et où le monde n'entrevoit pas la moindre difficulté. C'est un maître qui questionne le médecin sur la santé d'un de ses serviteurs, une famille sur l'état d'un de ses membres; ailleurs, c'est, chose plus troublante, un conseil à donner sur l'opportunité d'un mariage, etc. Bien des gens ne savent pas quel embarras causent au médecin les questions les plus banales du monde; et il n'est point d'homme plus soumis que lui à la question perpétuelle. Vis-à-vis du malade même qu'il soigne, le médecin peut être tenu au secret médical. Sans compter les cas où le bonheur d'un ménage, les destinées d'une famille dépendent de son silence, chaque jour le médecin est obligé de masquer la vérité à son malade, de le reconforter par des explications qu'il imagine avec le plus d'à-propos qu'il peut et qui sont prises pour l'expression de sa science. Jeune, quand on tourne d'une mémoire agile les feuillets documentés des gros traités de Pathogénie, on raille sans pitié les explications pathogéniques de ses aînés; plus tard, quand on a soi-même dû exposer bien des motifs et forger bien des contes, on devient plus indulgent et on envie parfois cette ingéniosité dont on se moquait naguère.

Les principales variétés du secret médical sont exposées par M. Morache et les diverses questions sont résolues dans le sens le plus strict. Après une étude sur les expertises et les médecins experts, l'auteur envisage la situation morale et matérielle du médecin.

En résumé, c'est un fort bon guide que ce livre de *La Profession médicale*. Il n'admet pas la moindre restriction à la responsabilité du médecin, et, par cela même, rehausse son rôle. D'un bout à l'autre, il a été écrit avec un sens parfait de la dignité professionnelle.

D^r A. LÉTIENNE.

Crespin (J.), *Professeur suppléant à l'École de Médecine d'Alger, Médecin sanitaire maritime*. — **Comment on se défend contre les maladies coloniales. Guide du voyageur et du colon.** — 1 vol. in-18 de 46 pages (Prix 1 fr.). L'Édition médicale française, 29, rue de Seine. Paris, 1901.

5° Sciences diverses

Mourey (Ch.) et Brunel (Louis), *directeurs*. — **L'Année coloniale, première année (1899), avec la collaboration de MM. le général GALLIÉNI, PICQUIÉ et TEISSIER.** — 1 vol. in-8 de 413 pages et une introduction, avec cartes et photographures. Charles Taillandier, libraire-éditeur. Paris, 1900.

Voici une nouvelle publication à laquelle il faut souhaiter de durer et de s'accroître, car son existence se faisait désirer. Elle pourra présenter au public et aux spécialistes de tout genres qui s'occupent des colonies, un résumé annuel très commode des efforts de l'Administration et de l'initiative privée pour la mise en valeur de nos possessions. Elle sera aussi le lien et comme le centre de la littérature coloniale, livres,

articles de revues ou de journaux, dont le flot va grossissant sans cesse, au grand désespoir des chercheurs. Ces derniers sauront tout spécialement gré aux directeurs de la bibliographie générale et spéciale qui terminent le recueil, et qui est conçue avec méthode; ils y verront volontiers la « cartographie » prendre plus de développement; nul n'est mieux placé pour atteindre ce résultat que les fonctionnaires de l'Office Colonial.

La première partie du livre contient une série de mémoires ou d'articles sur des questions de colonisation, générales ou particulières à certaines possessions françaises. Les pages consacrées par M. le général Galliéni à Madagascar donnent une vue de l'état des voies de communication dans la grande île au milieu de 1900, et justifient les projets à l'étude ou en voie de réalisation; elles sont d'un gouverneur qui aime sa colonie, et, ce qui n'est pas pour déplaire aux géographes, d'un connaisseur en fait de pittoresque. Ceux qu'inquiètent les dépenses faites par la métropole pour nos possessions, et qui voudraient les voir toutes se suffire à elles-mêmes, comme la Guinée, la Côte d'Ivoire, le Dahomey, et bientôt les États de l'Union Indo-Chinoise, liront avec reconnaissance le rapport rempli de franchise de M. Picquié, inspecteur général, sur « les budgets locaux des colonies »; nous regrettons de ne pouvoir analyser ici ce rapport. La mise en valeur du Congo français au moyen de concessions, œuvre entreprise par M. Guillain, et organisée par les décrets de février, mars et avril 1899, porte déjà des résultats, indiqués par une étude de M. Georges Teissier, maître des requêtes au Conseil d'État. Suivent des pages résumant la marche de pénétration vers le Tchad par les trois missions Joalland-Meynier (Voulet-Chanoine), Foureau-Lamy et Gentil, événements que bien des revues, sans compter les journaux les moins coloniaux, avaient rendus familiers au public. Notons, enfin, des indications intéressantes sur le Jardin Colonial de Nogent-sur-Marne, sur l'Office Colonial, et sur les entreprises patientes de l'Alliance Française aux colonies. Les directeurs nous permettront d'exprimer l'avis que des articles du genre de ces derniers, ou de celui sur les budgets locaux, pourraient seuls trouver place dans la première partie du recueil; les autres sembleraient plus logiquement placés, sous des dimensions plus réduites, dans les divers chapitres de la seconde partie où l'on trouve l'état de la colonie qu'ils intéressent.

Ces chapitres, dont on comprendra que nous n'es-sayions point ici le compte rendu détaillé, sont bien compris. Ils donnent, sur chacune de nos colonies, les renseignements généraux d'ordre administratif, politique et économique vraiment utiles aux futurs colons, aux gens d'affaires et aux divers savants, avec un catalogue de tous les journaux locaux. Pourquoi ne joindrait-on pas, l'an prochain, à ces précieuses indications quelques autres sur certains phénomènes physiques? Il est difficile au public de se procurer au jour le jour les résultats des observations météorologiques faites dans les diverses stations coloniales: des tableaux très simples, dont l'Office Colonial réunirait aisément le contenu, pourraient présenter, par exemple, les moyennes les mieux contrôlées des chutes d'eau et de la température aux divers mois de l'année; la colonisation y trouverait son compte, comme la spéculation scientifique. Ce léger desideratum une fois émis, nous n'avons aucun scrupule à recommander sans réserve la pratique de cette seconde partie du recueil. La documentation en paraît très sûre, et l'on peut y relever, presque à chaque chapitre, beaucoup d'inédit. Si nous avions une préférence, peut-être trop égoïste, à indiquer, nous signalerions les pages consacrées à l'Afrique Occidentale. Les courtes statistiques commerciales proviennent, pensons-nous, des ministères, dont elles devancent très heureusement les publications.

J. MACHAT,

Agrégé d'Histoire et de Géographie.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Janvier 1901.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. Ch. Hermite, doyen de la Section de Géométrie, et de M. Ad. Chatin, membre de la Section de Botanique.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré fait l'analyse critique de la méthode de Gylden dont M. Backlund s'est récemment servi pour déterminer les variations séculaires de l'équateur terrestre qui sont les conséquences des variations séculaires de l'ellipticité. Il montre que la méthode renferme un vice fondamental, qui en empêche toute application. Les inégalités trouvées par M. Backlund sont donc inexactes; il faut revenir aux anciens coefficients de Stockwell. — M. Perrotin communique les observations de la nouvelle comète découverte par M. Giacobini, le 20 décembre, à l'Observatoire de Nice. Cette comète paraît offrir un grand intérêt en raison de son mouvement direct et de la valeur de certains de ces éléments. — M. G. Humbert, poursuivant ses recherches sur les fonctions quadruplement périodiques, est arrivé à une surface qui est le premier exemple explicite de surface d'ordre quatre, à quinze points doubles, dont les coordonnées s'expriment en fonction uniforme quadruplement périodique de deux paramètres. — M. D. Th. Egorov communique quelques remarques complémentaires sur les systèmes orthogonaux admettant un groupe continu de transformations de Combescure.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Rheims rappelle que ses expériences faites à Dijon en 1894-1895 ont montré que les mélanges de conversations téléphoniques produits dans des circuits appartenant au même retour commun sont causés par de mauvais isollements, c'est-à-dire par des pertes à la terre. Ces expériences sont analogues à celles de M. Gavey et de sir W. Preece. — M. Armand Gautier a soumis à l'action de la chaleur diverses roches ignées pulvérisées : granit, porphyre, ophte, lherzolite. Il a constaté un fort dégagement gazeux, constitué par H₂S, CO₂, CO, H, Cl² et Az. Ces gaz ne proviennent qu'en très faible partie d'inclusions; ils résultent principalement de réactions successives se produisant au rouge. — M. H. Pélabon a étudié l'action de l'hydrogène sur le protosulfure de bismuth Bi S, et l'action inverse de H₂S sur le bismuth. La proportion d'hydrogène sulfuré croît très régulièrement à partir de 0 en même temps que la proportion de sulfure de bismuth, et le rapport ρ de la masse d'hydrogène sulfuré à la masse totale tend vers le nombre 0,893, quand le rapport R du poids de sulfure non décomposé au poids de mélange formé par ce corps et le bismuth mis en liberté tend vers 1. Les réactions sont plus rapides à 610° qu'à 440°. — M. V. Thomas a préparé par cinq méthodes les chlorobromures de thallium du type TlX³, 3 TlX. Des trois composés qui ont été jusqu'à présent signalés, il paraît douteux que Tl³ Cl² Br² et Tl³ Cl² Br⁴ existent; si ces corps se forment, ils ne sont en tout cas pas stables, et se dédoublent par cristallisation en donnant Tl³ Cl² Br³, seul composé se formant d'une façon régulière. — M. Tarible a observé que le bromure de bore, en présence des chlorures de phosphore, réagit avec la plus grande facilité pour donner des combinaisons doubles : PCl³, 2BoBr³; PCl³, 2BoBi³. Les corps ainsi obtenus sont parfaitement cristallisés et se décomposent à froid par l'eau, le chlore et le gaz ammoniac. — M. G. F. Jaubert a observé que le peroxyde de sodium, exposé à l'action de l'air humide, absorbe progressivement la vapeur d'eau sans décomposition,

c'est-à-dire sans aucun dégagement appréciable d'oxygène et aucune déliquescence. On obtient ainsi une série d'hydrates de bioxyde de sodium allant de Na₂O² + 2H₂O à Na₂O² + 8H₂O; ce dernier est très stable à froid, il se dissout dans l'eau d'où il peut cristalliser: il commence à se décomposer vers 30°-40°. — M. Oechsner de Coninck a déterminé les densités de quelques solutions du nitrate d'uranium dans HAzO³ et H²SO⁴ étendus, puis sa solubilité dans l'alcool méthylique, l'éther, l'acétate d'éthyle et l'acide formique. — M. M. Berthelot a déterminé la chaleur de combustion et la chaleur de formation des mercaptans éthylique et amylique, des sulfures d'éthyle et d'amyle. La substitution du soufre par l'oxygène correspond à une augmentation moyenne de 51,3 cal., égale à la différence observée entre les oxydes et les sulfures métalliques dissous (52 cal.). — M. Berthelot a déterminé la chaleur de formation d'un échantillon de sulfocyanure de phényle envoyé par M. Billeter (de Neuchâtel); elle est de 63,7 cal. D'où il résulte que la transformation du sulfocyanure en isosulfoyanure dégage + 17,2 cal. — M. W. Louguinine a déterminé les chaleurs latentes de vaporisation et les chaleurs spécifiques de quelques substances organiques : aniline, méthyléthylacétoxime, anisol, butyronitrile. — M. L. Hugouenq a étudié l'action du persulfate d'ammoniaque, en milieu alcalin, sur quelques principes immédiats de l'organisme. L'acide urique est oxydé en allantone, qui se détruit aussitôt en donnant de l'urée et de l'acide allanturique. La bilirubine est transformée instantanément en biliverdine. L'hématine est transformée en une liqueur incolore qui abandonne des flocons d'oxyde de fer.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau conclut, d'expériences instituées régulièrement pendant treize mois sur un chien, que l'alcool ingéré, dont l'organisme s'imprègne si rapidement, ne saurait participer pour une très faible part, s'il y participe, aux combustions où le système musculaire puise l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Cette substance n'est pas un aliment de force et son introduction dans une ration de travail se présente avec toutes les apparences d'un contre-sens physiologique. Ces résultats sont en accord avec ce que l'on sait de l'élimination de l'alcool en nature par les émonctoires extérieurs, particulièrement la voie pulmonaire. — M. G. Chauveaud communique quelques réflexions sur la structure des plantes vasculaires. On trouve à la base du cotylédon les mêmes formations que dans la racine; la différence consiste en une réduction du protoxylème et en une succession plus rapide des diverses structures. — M. Jules Garnier indique, dans le Beaujolais, un gisement de fluorine odorante dégagant du fluor libre. — M. André Tournouër indique les raisons qui le font croire à l'existence d'un animal nouveau dans l'intérieur de la Patagonie, le *Hymelé* des Indiens, le *Néomyledon* de Pl. Ameghino.

Séance du 21 Janvier 1901.

M. C. Jordan lit une notice sur la vie et les travaux de Ch. Hermite. — M. G. Bonnier lit une notice sur la vie et les travaux d'Ad. Chatin. — M. E. Mascart annonce la mort de M. Z. Gramme, le célèbre inventeur de la dynamo.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. R. du Ligondès, en réponse à une note de M. de Freycinet, pense que la formation des planètes télescopiques par rupture d'un ou plusieurs anneaux n'est pas acceptable, tandis que son hypothèse de la génération des planètes par agglomérations successives de matériaux circulant à l'inté-

rieur de la nébuleuse solaire, sur des orbites un peu obliques à son équateur, concorde mieux avec les faits. — M. S. Kantor généralise un théorème de M. Picard, relatif aux surfaces de l'espace R_3 dont toutes les sections planes sont unicursales algébriques. — M. A. Liapounoff donne une démonstration rigoureuse d'un théorème du calcul des probabilités se rapportant à la formule connue de Laplace et Poisson qui sert à l'évaluation approchée de la probabilité pour que la somme d'un grand nombre de variables indépendantes, soumises au hasard, soit comprise entre certaines limites. Il y arrive par la méthode du facteur discontinu. — M. P. Duhem communique quelques considérations sur la condition supplémentaire en hydrodynamique.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Caubet étudie la variation des concentrations des deux phases coexistantes liquide et vapeur le long des isothermes. Tout mélange de CO_2 et de SO_2 qui, à la température de $66^\circ 3$ et sous la pression de 57,6 atmosphères, est susceptible de présenter deux phases coexistantes, donnera une phase liquide de concentration $X_0 = 0,70926$ et une phase vapeur de concentration $X_0 = 0,33238$. — M. R. de Forcrand, en réponse à une note récente de M. G. F. Jaubert, fait remarquer qu'il a déjà préparé l'hydrate de bioxyde de sodium $\text{Na}_2\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ et indiqué ses propriétés et son emploi pour la préparation de l'eau oxygénée. — M. E. Baud, en faisant réagir le gaz ammoniac sur le chlorure d'aluminium, a obtenu quatre composés : 1° $\text{Al}^2\text{Cl}^6, 2\text{AzH}^3$, corps très stable qui distille sans décomposition vers 450° ; 2° $\text{Al}^2\text{Cl}^6, 10\text{AzH}^3$, très stable encore, se dissociant sous la pression atmosphérique vers 380° ; 3° $\text{Al}^2\text{Cl}^6, 12\text{AzH}^3$, qui se dissocie vers 180° ; 4° enfin $\text{Al}^2\text{Cl}^6, 18\text{AzH}^3$, beaucoup plus dissociable et qu'on n'obtient qu'aux températures voisines de celle de la liquéfaction de l'ammoniaque. — MM. G. et E. Urbain, par la cristallisation fractionnée des éthylsulfates, ont retiré des parties les plus solubles des terres yttriques l'yttrium, le nouvel erbium et l'ytterbium. Ceux-ci, transformés en nitrates et décomposés partiellement par la chaleur, ont pu être séparés et obtenus à un assez grand état de pureté. — M. Ed. Defacqz, en faisant réagir l'hydrogène arsénié gazeux sur l'hexachlorure de tungstène, a obtenu le biarséniure Tu As^2 ; l'action de l'hydrogène arsénié liquéfié conduit à un chloroarséniure Tu^2AsCl^6 . — M. R. Marquis, en nitrant le furfure dissous dans l'anhydride acétique en présence de pyridine, a obtenu un nitrofurfure $\text{C}^5\text{H}^4\text{O}_2\text{AzO}_2$, soluble dans les alcalis en rouge-orangé, cristallisable en gros cristaux d'un blanc jaunâtre. Il se forme aussi un liquide qui paraît être de nature aldéhydique. — M. P. Lemoult établit la loi suivante : Les colorants à spectres d'absorption discontinus présentent une bande rouge dont le milieu est fixe (pour une dilution moléculaire et une épaisseur invariables) tant que la molécule ne se complique que de substances non significatives, tandis que le milieu de cette bande se déplace très sensiblement quand on modifie le nombre des groupements auxochromes azotés tertiaires. — MM. A. et L. Lumière et Chevrotier ont obtenu, en traitant le phénoaldissulfonate de soude par l'oxyde de mercure, un composé organique très stable, le mercure-phénoaldissulfonate de soude, dans lequel le mercure est complètement masqué au point de vue chimique. Toutefois ce corps possède des propriétés toxiques, antiseptiques et antivégétatives qu'il doit en grande partie au mercure qu'il renferme. — MM. Adrian et Trillat ont retiré de l'agaric blanc le produit désigné sous le nom d'acide agaricique. Il cristallise en aiguilles et correspond à la formule $\text{C}^{30}\text{H}^{50}\text{O}^6$. Ce n'est pas un acide et d'autre part, il n'est doué d'aucune propriété physiologique. — M. F. Bodroux, en faisant réagir le bromure de triméthylène sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium, a obtenu, en même temps que le diphenylpropane symétrique, du propylbenzène en quantité notable. Ce dernier provient de la décomposition par AlCl_3 d'une partie du diphenylpropane. — M. E. Gérard a constaté que l'extrait aqueux de rein de cheval

peut transformer la créatine en créatinine par déshydratation; cette action est due vraisemblablement à un ferment soluble. — M. M. Hanriot montre : 1° qu'un ferment, atténué par une action chimique, peut se régénérer et revenir à son activité première; 2° que l'action de la lipase sur les acides et les éthers semble être une combinaison chimique régie par les lois de la dissociation. — M. M. Tsvett montre que la bande fondamentale de la chlorophylle est double et que sa partie gauche, tournée vers le rouge, appartient à la chlorophylle bleue, le segment dextre, beaucoup plus faible, étant dû à une seconde chlorophylle. Pour beaucoup de plantes, les chlorophyllines subissent au contact de substances cellulaires inconnues et en présence d'alcool une transformation en corps différents que l'auteur appelle méta-chlorophyllines. — M. Aug. Gérardin a reconnu que la terre peut servir à épurer l'air chargé de gaz odorants. La terre est perméable à l'air et sa perméabilité est indépendante de sa composition. La résistance de la terre au passage de l'air est proportionnelle à l'épaisseur de la couche filtrante et à la quantité d'eau qui l'humecte. — M. Eug. Charabot a reconnu que les influences capables de modifier les plantes de façon à les rendre plus aptes aux fonctions chlorophylliennes favorisent en même temps la formation des éthers d'alcools terpéniques. — M. G. Bertrand a reconnu que les graines du caféier de la Grande-Comore, qui croît spontanément dans l'île, ne renferment pas de caléine, à l'inverse du *Coffea arabica* cultivé dans le même endroit. Cette différence de composition chimique suffit à faire de ce caféier de la Grande-Comore une espèce nouvelle, comme l'avait déjà pensé Baillon.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau a constaté que la substitution partielle de l'alcool au sucre, en proportions isodynames, dans la ration alimentaire d'un sujet qui travaille, ration administrée peu de temps avant le travail, entraîne pour le sujet les conséquences suivantes : 1° diminution de la valeur absolue du travail musculaire; 2° stagnation ou amoindrissement de l'entretien; 3° élévation de la dépense énergétique par rapport à la valeur du travail accompli. En somme, les résultats de la substitution se montrent à tous les points de vue très franchement défavorable. — MM. Lannelongue, Achard et Gaillard ont étudié l'influence du climat sur l'évolution de la tuberculose pleuro-pulmonaire expérimentale. Des cobayes, inoculés de la même façon, étaient divisés en plusieurs lots dont l'un restait à Paris au laboratoire, les autres étant envoyés au bord de la mer, à la campagne ou à la montagne. Dans toutes les expériences, la mortalité a été moindre au laboratoire qu'ailleurs, malgré les conditions plus défavorables. — MM. A. Charrin et Moussu ont injecté au lapin du mucus dans la veine de l'oreille et ont observé la mort en quelques minutes, probablement par obstruction vasculaire dans les centres nerveux grâce à des thromboses ou à des embolies. Le mucus doit donc renfermer un produit coagulant. — M. H. Varnier montre qu'il est possible d'obtenir, chez la femme vivante, une bonne radiographie du bassin, permettant d'apprécier, avec une exactitude suffisante, les diamètres utiles à l'accoucheur. — M. E. Topsent a déterminé les Spongiaires rapportés par l'expédition antarctique belge; l'examen de ces animaux est contraire à la théorie de la bipolarité des faunes. — M. Antoine Pizon a constaté que, chez les Tunisiens, une partie très importante du pigment, peut-être même la totalité, provient de la destruction des éléments des différentes générations d'ascidiozoïdes qui meurent dans le cornus. — M. G. Bohn propose une nouvelle théorie de l'adaptation chromatique, différenciant des théories actuelles en ce que la formation du pigment est attribuée beaucoup plus à des causes chimiques qu'à la lumière, cette dernière n'intervenant que dans la lutte que soutiennent entre eux, dans un même organe, les granules pigmentaires de diverses teintes. — M. Guilliermond a étudié la structure de quelques moisissures (*Dematium*). Comme Wager chez

les levures, il a observé un noyau toujours accolé à une vacuole chargée de fins granules. Il y a donc une grande analogie entre la structure des moisissures et celle des levures. — M. F. Wallerant montre, par l'exemple de l'iodargyrite et du rutile, que les cristaux peuvent posséder des axes de symétrie apparente, et que la symétrie mécanique peut être réalisée en dehors de la symétrie géométrique. — M. A. Lacroix a reconnu qu'une partie de l'or alluvionnaire de Madagascar existe à l'état natif dans les roches gneissiques de cette île; on le retrouve dans la latérite qui provient de la décomposition sur place de ces gneiss. — M. Léon Bertrand établit que les roches éruptives du cap d'Aggio sont d'âge très récent et datent du Pléistocène ou, au plus, du Pliocène supérieur. — M. Ph. Glangeaud a reconnu que les trois dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Sauveterre et Fumel (Lot-et-Garonne) ont un noyau virgulien et portlandien entouré de Cénomaniens, de Turonien et de Sénonien pour le premier, de Turonien et de Cénomien seulement pour les deux autres.

Séance du 28 Janvier 1901

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. J.-G. Ardagh, correspondant pour la Section de Botanique.

4^e SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ch. Frémont a constaté que la position de la fibre neutre dans les corps rompus par flexion dépend du rapport de la limite élastique à la compression et de la limite élastique à la traction. De plus, un acier est fragile ou non-fragile suivant que le rapport inverse est plus petit ou plus grand que l'unité.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Lagrange a constaté que les ondes hertziennes, dans la télégraphie sans fil, n'agissent pas sur un cohéreur enfoui à une faible profondeur dans le sol. — M. A. Gautier a recherché l'origine des gaz qui se dégagent lorsqu'on porte au rouge certaines roches. L'hydrogène provient de l'action de la vapeur d'eau sur les sels ferreux; l'acide carbonique est dû en partie à la dissociation des carbonates, et l'oxyde de carbone à la réduction de CO² par les sels ferreux. — M. Oechsner de Conink, par l'action de la chaleur sur le nitrate d'uranium, a obtenu les modifications rouge et orange du sesquioxyde et un oxyde brun. — M. Tarible a étudié l'action du brome de bore sur les iodures de phosphore et a obtenu les composés P³I, 2BoBr³ et P³I, 2BoBr³ + I. Avec les chlorures d'arsenic et d'antimoine, le brome de bore donne lieu à une double décomposition; avec les bromures et iodures de ces métalloïdes, il y a simple dissolution. — M. M. Guerbet, en faisant réagir l'alcool énanthylque sur son dérivé sodé, a obtenu: de l'acide énanthylque, de l'alcool énanthylque, de l'alcool triénanthylque et l'acide correspondant. Ces réactions sont analogues à celle observée déjà avec l'alcool amylique inactif; leur généralisation constituera une nouvelle méthode de synthèse des alcools. — MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens ont reconnu que le nickel réduit est un agent très actif, qui permet de réaliser facilement, à température peu élevée, soit des hydrogénations directes, soit des dédoublements moléculaires. Les auteurs ont réalisé par cet agent, au-dessous de 300°, l'hydrogénation directe du benzène en hexahydrobenzène, puis son dédoublement en trois molécules d'éthylène. — M. M. Hanriot, après avoir montré que la saponification des graisses par la lipase est limitée par les acides gras mis en liberté, a pensé que si l'on mettait la lipase en présence de glycérine et d'un excès d'acide, elle doit pouvoir les recombiner, de façon à réaliser toujours le même rapport entre les quantités d'acide et d'éther en présence. L'expérience a justifié ces vues et l'existence de cette réaction inverse. — M. Testenoire rappelle que les chaleurs spécifiques de la soie, de la laine et du coton ont été déterminées au Laboratoire d'étude de la soie à Lyon, en 1898, et ont donné des nombres identiques à ceux trouvés par M. Fleury en 1900.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau a déterminé la dépense énergétique qu'entraînent respectivement le travail moteur et le travail résistant de l'homme qui s'élève ou descend dans la roue de Hirn. Il conclut que la formule à employer pour exprimer la loi générale de la dépense énergétique dans le travail des moteurs animés doit contenir comme éléments fondamentaux: 1^o L'expression de la dépense attachée à l'exécution du travail intérieur qui équilibre la charge dans la contraction statique; 2^o l'expression de l'augmentation ou de la diminution imprimées à ce travail intérieur, en fonction de la valeur de la charge et de la vitesse de déplacement de la masse qu'elle représente, quand la contraction statique se transforme en contraction dynamique pour opérer le soulèvement ou l'abaissement de cette masse; 3^o L'expression de la dépense consacrée à l'exécution même du travail extérieur, positif ou négatif. — M. L. Camus a constaté que l'injection dans les vaisseaux d'un animal de fibrine en suspension dans l'eau salée à 8 ‰ ne détermine pas la production d'un sérum fibrinolytique; le sérum de l'animal ainsi traité précipite non seulement les solutions de fibrine, mais aussi le sérum et les solutions de fibriniférent de l'espèce animale qui a fourni la fibrine. — M. Chapot-Prévost a opéré la séparation d'un monstre double monomphalien autositaire, Maria-Rosalina. L'un des deux sujets composant présentait une inversion du cœur, constatée par la radiographie. L'union des cœurs n'est pas une conséquence fatale de l'inversion de ce viscère. — M. Lannelongue fait ressortir l'importance de la radiographie pour établir, dans des cas analogues, s'il existe bien deux cœurs séparés et distincts. — M. Michel Siedlecki a observé une grégarine, la *Monocystis ascidia* Lanck, qui passe la plus grande partie de sa période de croissance tout entière dans une cellule de l'épithélium intestinal d'un Tunicien, le *Giona intestinalis*. Elle exerce, sur cette cellule, une action hypertrophiante, qui peut s'étendre aux cellules voisines, et entraîner celle du tissu conjonctif environnant. Il y a peut-être là un des modes de génération des tumeurs chez les êtres supérieurs. — MM. M. Caullery et F. Mesnil ont observé chez les Grégarines tous les degrés depuis le développement entièrement extracellulaire jusqu'à la croissance presque complètement intracellulaire, avec schizogonie intracellulaire possible. Ils ont constaté également l'action hypertrophique exercée par la grégarine sur la cellule-hôte. — M. L. Trabut a étudié la manne exsudée par certains oliviers. Elle contient environ 52 ‰ de mannite et provient de la liquéfaction du liber par une bactérie, qui doit être transportée par les insectes. — M. J. Beauverie a recherché l'influence de la pression osmotique du milieu sur la forme et la structure des végétaux. Plus la concentration des solutions nutritives augmente, plus les racines des plantes en expérience s'enfoncent profondément dans la solution. La partie aérienne de son côté se réduit beaucoup en hauteur. En même temps, la moelle disparaît dans les racines, et il se produit un abondant suber pérycclique. — M. V. Paquier a observé la présence du genre *Caprina* dans l'Urgonien supérieur de Rimet (Isère). Ces Caprines sont de petite taille; leur valve supérieure se montre uniformément pourvue de canaux séparés par des lames radiales, généralement simples.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Janvier 1901.

M. le Président annonce le décès de M. Potain, membre de l'Académie.

M. Jules Bœckel a pratiqué, chez une femme atteinte de tumeur maligne de l'estomac, l'ablation totale de cet organe. La malade a guéri très rapidement et jouit, depuis lors, d'une excellente santé. L'ablation totale de l'estomac est donc non seulement compatible avec l'existence, mais elle l'améliore d'une façon notable

dans certaines affections incurables et fatalement mortelles. — MM. les D^{rs} Ballestre et Gilletta de Saint-Joseph communiquent un mémoire sur la mortalité de l'enfance dans la population urbaine de la France.

Séance du 13 Janvier 1901.

M. Du Castel est élu membre titulaire dans la Section de Thérapeutique et Histoire naturelle médicale. — M. le Président annonce le décès de M. G.-A. Chatin, membre de l'Académie.

Séance du 22 Janvier 1901.

M. J.-V. Laborde présente un appareil de contention dû à M. Altermann, pour prévenir les altitudes vicieuses et les déformations chez les élèves violonistes. — M. Guéniot présente un rapport sur deux communications : l'une de MM. Doléris et Marlatic, l'autre de M. Dupaigne, relatives à l'anesthésie médullaire appliquée aux accouchements. Des observations présentées et d'autres analogues, le rapporteur conclut que : 1° l'injection sous l'arachnoïde lombaire d'un centigramme de cocaïne en solution à 1 % produit une analgésie régionale qui s'étend à toute la portion du corps située au-dessous d'une ligne passant par l'ombilic; 2° cette injection, pratiquée sur la femme en travail d'accouchement, supprime à la fois la douleur que déterminent les contractions de l'utérus et celle qui est due au passage de l'enfant; de plus, loin d'entraver la marche du travail, elle semble, au contraire, l'accélérer; 3° l'influence de la cocaïne se fait ainsi sentir pendant une durée qui varie de une heure un quart à deux heures; 4° L'injection, pratiquée avec toutes les précautions d'une asepsie rigoureuse et suivant une technique strictement déterminée, ne semble constituer aucun danger sérieux pour la mère ou pour l'enfant. Toutefois, cette anesthésie ne pourra être généralisée; elle a des contre-indications très nettes. — M. Paul Berger a pratiqué chez un malade souffrant, depuis plus de trente ans, de douleurs très vives dans le genou, l'ablation totale de la rotule. Le résultat fonctionnel a été excellent, car les mouvements du genou se sont conservés, grâce à la suppléance qui s'est établie entre les parties latérales du triceps et le droit antérieur. La cause de l'affection était une ostéomyélite chronique d'emblée de la rotule. — M. J.-V. Laborde signale un cas de rappel à la vie d'un nouveau-né en état d'asphyxie blanche complète à l'aide des tractions rythmées de la langue, poursuivies pendant cinquante-cinq minutes. — M. Ch. Wardell Stiles attire l'attention sur une maladie répandue en Extrême-Orient : l'hémoptysie parasitaire, et qui pourrait être introduite en Europe et aux Etats-Unis, au retour des troupes internationales qui se trouvent actuellement en Asie. Cette maladie est causée par un ver : le *Paragonimus Westermanni* (d'un ver du poulmon), qui se transmet probablement par l'eau. Lorsqu'il se loge dans les poulmons, il produit généralement la toux et des crachements de sang (hémoptysie); les crachats renferment constamment des œufs du ver; les malades peuvent vivre très longtemps et même guérir quelquefois. Lorsque le ver parvient au cerveau, il peut produire des attaques d'épilepsie jacksoniennes et le pronostic est plus grave. — M. H. de Brun donne quelques renseignements sur l'épidémie de peste de Beyrouth, en 1900. Elle a été très légère et a porté sur quatre personnes qui ont toutes guéri, grâce aux injections de sérum de Yersin. Ces quatre personnes étaient employées dans une fabrique de donceurs arabes et ont dû être infectées par des sacs de sésame venant de Bombay ou d'Alexandrie.

Séance du 29 Janvier 1901.

M. Jaccoud est élu secrétaire perpétuel.

M. A. Pinard, a propos d'une communication récente de M. Laborde, fait remarquer que la méthode des tractions rythmées de la langue ne supprime pas l'emploi du tube laryngien, qui reste nécessaire toutes les fois que les voies respiratoires sont obstruées par du

mucus. — M. Porak a observé, dans une dizaine de cas, que l'injection méthodique de cocaïne sous l'arachnoïde lombaire était favorable aux parturientes. La difficulté consiste dans la ponction du canal rachidien. — M. A. Laveran présente un rapport sur un ouvrage du D^r A. Papadakis, sur l'hygiène publique locale (en Grèce et internationale). Cet ouvrage fait ressortir, en particulier, que les affections thoraciques (tuberculose, pneumonie, bronchopneumonie), sont bien moins rares qu'on ne le croyait dans le midi de l'Europe. — M. le D^r Tuffier lit un mémoire sur l'analgésie chirurgicale par voie rachidienne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 5 Janvier 1901.

M. le Président annonce le décès de M. Potain, membre honoraire de la Société.

M. A. Giard étudie le phénomène de la fécondation artificielle des œufs signalé par Loeb et attribue ce développement parthénogénétique à l'augmentation de la pression osmotique du milieu et à la perte par l'œuf d'une certaine quantité d'eau (*tonogamie*). — M. M. Letulle a observé à la surface du placenta humain normal des boules ou gouttelettes constituées par une matière albuminoïde; elle sont sécrétés par la couche épithéliale plasmotiale qui recouvre la villosité placentaire. — M. Pinoy, qui a étudié les mêmes boules dans le placenta du cobaye, les considère comme des déchets sarcodiques rejetés par le plasmode. Leur production est augmentée dans les intoxications et dans les infections microbiennes aiguës. — MM. Th. Tuffier et Milian ont pratiqué l'examen cytologique de trois cas d'hydrocèle; ils ont constaté l'existence de cellules endothéliales, témoignant de l'origine mécanique possible de l'épanchement. Ces faits sont analogues à ceux observés par MM. Widal et Ravaut pour la séreuse pleurale. — M. F. Bosc annonce qu'il a trouvé, d'une façon constante, dans les lésions pustuleuses de la clavelée, un parasite qui serait la cause de cette affection. — M. V. Griffon a étudié le liquide céphalo-rachidien dans quatre cas de méningite aiguë; dans la méningite tuberculeuse, il y a prédominance de lymphocytes; dans la méningite simple, il y a polynucléose exclusive. — MM. S. Arloing, J. Nicolas et G. Antoine ont constaté qu'on peut procurer au chien une certaine immunité contre la diphtérie par l'injection de mélanges de toxine-sérum ou de culture-sérum; mais elle n'est jamais aussi forte, ni aussi certaine que par l'emploi exclusif ou de la toxine, ou de la culture, ou du sérum. Elle dépend du principe actif qui n'est pas neutralisé, et, à l'ordinaire, du sérum administré en excès. — M. H. Stassano a étudié les trypanosomes du sang du rat et a pu observer le phénomène de la reproduction sexuée. La conjugaison semble consister dans une simple fusion des noyaux, sans que les protoplasmas y prennent part.

Séance du 12 Janvier 1901.

M. Ch. Féré a observé que le refroidissement de l'air extérieur provoque une diminution considérable du travail, suivie d'une légère recrudescence peu durable, à laquelle succède un épuisement rapide. — M. Ch. Féré a constaté sur des cobayes qu'un jeûne accidentel, même d'un jour, diminue la résistance à l'asphyxie par submersion. — M. Ch. Féré a observé divers cas de persistance de mouvements automatiques pendant le coma. Il s'agissait de mouvement devenus habituels antérieurement, et qui étaient peut-être alors de simples réflexes. — M. J. de Tarchanoff établit que les nerfs pneumogastriques jouent un rôle important dans la régulation de la température du corps, d'une part en modifiant les pertes de chaleur par la surface cutanée et les poulmons, d'autre part en agissant sur la production de la chaleur, grâce à leurs fillets nerveux sécrétoires de différentes glandes abdominales. — M. Pozerski a constaté que si l'on porte une solution d'invertine

de la levure de bière à 40° pendant un temps variable, et qu'on la ramène à 25°, elle ne reprend pas son état primitif; son intensité a été augmentée d'une quantité déterminée. MM. V. Henry et Pozersky, considérant les résultats précédents, pensent qu'il est possible que l'invertine revienne à son état normal au bout d'un temps très long ou en abaissant la température au-dessous de 25°. M. Dastre déduit de là que toute détermination d'activité fermentifère à une température inférieure à la plus haute de celles où le ferment a été porté dans sa préparation, ou à la plus haute de celles où il existe dans les conditions naturelles, est faussée par cela-même. — M. M.-E. Gellé a mesuré la durée des sons-voielles; dix voyelles (*a, é, i, o, u* dites deux fois) peuvent être émises en une seconde. — M. Permillieux a soumis du foie de chien aux vapeurs de chloroforme et a recueilli une certaine quantité de liquide hépatique, dont il a éliminé le sucre réducteur par dialyse. Le liquide restant, agissant sur de l'empoî d'amidon, en a transformé une partie en sucre réducteur, le reste en dextrine. Le foie renferme donc un ferment amylolytique qui peut être isolé. M. A. Dastre classe le ferment amylolytique dans les ferments endocellulaires; la dialyse chloroformique est un des meilleurs procédés d'extraction de ces ferments. — MM. S. Arloing et J. Nicolas ont poursuivi sur l'âne leurs essais sur la préparation rapide de l'antitoxine diphtérique par association du sérum antidiphtérique à la toxine. On obtient la meilleure réaction antitoxique lorsque les injections multiples de sérum et de toxine sont séparées, mais elle est cependant inférieure à celle qui suit l'injection de toxine pure. Donc les injections de toxine-sérum ne sont pas recommandables dans la préparation du sérum antidiphtérique. — M. Ch. Garnier a observé dans le testicule adulte d'*Istaeus fluviatilis* des ovocytes à côté des spermatogonies, et tous les stades de transition entre ces deux éléments. — MM. J. Courmont et F. Arloing ont fait l'étude cytologique de la pleurésie diphtérique expérimentale du cobaye. La formule leucocytaire est nettement mononucléaire.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1^{er} Février 1901.

M. Ch.-Ed. Guillaume rend compte d'expériences faites récemment sur l'erreur capillaire des thermomètres, qu'il avait déjà signalée autrefois dans son Traité de Thermométrie. Cette erreur est due aux variations de l'angle de raccordement du mercure avec le verre suivant le sens de la variation de la température. Plusieurs procédés peuvent être employés pour la déterminer. Le plus simple consiste à placer le thermomètre dans l'appareil destiné à la mesure du coefficient de pression, à créer artificiellement une marche ascendante bien régulière de la température, et à déprimer faiblement le ménisque par un léger abaissement de la pression extérieure. La température continuant à monter, le ménisque commence par se bomber sans déplacement, puis, lorsqu'il a atteint l'angle limite, part brusquement, et avec une vitesse uniforme. En déterminant le temps employé par le ménisque pour se reformer complètement et reprendre son mouvement ascensionnel, on peut connaître l'élévation correspondante de la température, et, par conséquent, la différence des indications du thermomètre qui, pour une même température, s'établissent à ménisque tombé ou aplati. Elle varie d'un point à l'autre d'un tube de diamètre uniforme, suivant la nature de la surface du verre. Il est nécessaire de tenir compte de cette erreur dans l'emploi des thermomètres à tube fin ou à gros réservoir, et en général de tous les thermomètres dont le degré est très long. A partir d'une longueur du degré égale à 10^{mm}, elle devient très évidente, et pour des thermomètres divisés en centième de degré, chaque centième occupant un espace de 0,5-0,7^{mm}, elle peut dépasser une division. Il est donc illusoire de pousser au delà d'une certaine limite

la longueur du degré, les erreurs capillaires arrivant très vite à dépasser les erreurs de lecture.

(A suivre.)

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 23 Janvier 1901.

M. Pouret poursuit l'étude de l'action du bromure d'aluminium sur les hydrocarbures chlorés acycliques; il expose les résultats qu'il a obtenus dans la série de l'éthane. — M. Léger, par l'action de Na²O² sur la chlorobarbaloine, a obtenu un corps cristallisant du toluène en aiguilles jaune orangé et dont la composition se rapproche de la formule C¹⁰H¹⁰Cl²O², c'est-à-dire d'une méthyltrioxanthraquinone perchlorée. La production d'un tel corps ne peut s'expliquer avec la formule de la barbaloine chlorée C¹⁰H¹⁰ClFO², mais s'interprète parfaitement avec la formule C¹⁰H¹⁰Cl²O². La partie de la molécule située en dehors du groupement C¹⁰H¹⁰Cl²O² est détruite dans la réaction avec production d'une grande quantité de CO². La barbaloine serait, par suite C²⁰H²⁰O². Cette dernière formule, qui s'accorde avec les analyses, permettrait, en outre, d'expliquer la formation, par l'action de Br sur la barbaloine en solution dans HBr, d'un corps non encore décrit et qui ne peut être dérivé d'une façon simple de la barbaloine formée C¹⁰H¹⁰O². Les analyses de ce dernier corps concordent très bien, au contraire, avec la formule C²⁰H²⁰Br²O². M. Léger se propose de vérifier l'exactitude de ces prévisions qui ne sont exposées que sous toutes réserves.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

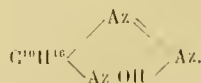
Séance du 23 Janvier 1901.

Par suite de la mort de la Reine Victoria, la séance est levée en signe de deuil.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Décembre 1900 (suite).

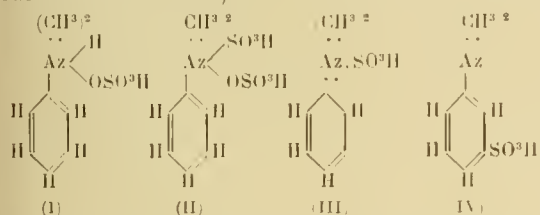
MM. A. Senier et W. Goodwin ont fait réagir le dibromure d'éthylène sur la xyldimine et la pseudocoumidine et ont obtenu la dixylyléthylènediamine et la dicomylyléthylènediamine avec les pipérazines qui en dérivent. — Les mêmes auteurs ont fait réagir les diphenyl-, dialphyl- et diaphylyléthylènediamines sur la phénylcarbimide et ont obtenu des diamines Ju type C²H⁴AzR'.CO.Az(HPh)². — MM. A. Harden et J. Okell, en traitant la β-nitroso-α-naphtylamine par le nitrite de potassium et HCl, ont préparé un sel de potassium cristallisé, C¹⁰H¹⁰O²Az²K, qui, décomposé par HCl et le chlorure stanneux, donne un corps qui est probablement un imidazol :



Cette substance se comporte comme un acide et donne des sels avec la plupart des métaux. L'α-nitroso-β-naphtylamine se comporte de même envers l'acide nitreux et forme des composés isomères aux précédents. — MM. H.-E. Armstrong et L.-P. Wilson, en mélangeant la méthaxylidine avec la proportion moléculaire d'acide sulfurique à 100° „ et en chauffant à 185-195°, puis en neutralisant par le carbonate de potasse, ont obtenu le 1:2:4:6-*m*-xyldinesulfonate de potassium. Ce corps, diazoté, puis bouilli avec de l'alcool, donne le 1:3:5-*m*-xyldinesulfonate de potassium, à partir duquel les auteurs ont préparé de nombreux dérivés. — MM. F.-D. Chattaway et K.-J.-P. Orton répondent aux remarques de M. Armstrong sur leur travail relatif à la préparation de l'acétylchloraminobenzène et de ses dérivés. L'acétylchloramino-2:4-dichlorobenzène peut être obtenu par l'action directe du chlore sur l'acétanilide.

Séance du 17 Janvier 1901.

MM. Scott et W. Arbuckle recommandent l'appareil suivant pour l'obtention de l'acide iodique : un flacon à fond rond reçoit deux tubes, dont l'un est lié à un condenseur à reflux; l'autre amène un courant d'oxygène qui traverse le liquide. De l'iode finement pulvérisé, bouilli avec dix fois son poids d'acide nitrique fumant, est oxydé complètement en vingt ou trente minutes. — M. A. Lapworth applique ses lois sur le changement isomérique à la substitution en méta dans les amines benzénoïdes. Par exemple, lorsque l'acide sulfurique fumant réagit sur la diméthylaniline, le sulfate de diméthylaniline d'abord formé I s'unit avec de l'anhydride sulfurique (II), puis de l'acide sulfurique s'élimine par perte d'un atome d'hydrogène dans le noyau (III), et enfin le groupe labile SO³H émigre à la place de l'hydrogène, tandis que l'azote qui était devenu pentavalent redevient trivalent (IV) :



MM. T.-S. Patterson et C. Dickinson ont préparé quelques éthers à partir d'autres éthers du même acide. Ainsi, par la méthode de Fischer, on obtient du tartrate d'éthyle pur à partir du tartarate de méthyle et vice-versa. La méthode peut être utile en certaines circonstances. — M. T.-H. Lee a retiré du *Bignonia secoma* une matière colorante orange, la sécomine; elle devient rose-rouge par les alcalis et jaune-clair par les acides. Elle sert localement à la teinture du coton et au vernissage du bois. — M. B.-D. Steele indique une nouvelle méthode pour mesurer la vitesse des ions en solutions aqueuses. Elle consiste à enfermer le liquide à mesurer entre eux deux cloisons de gélatine, qui contiennent l'ion indicateur en solution; au passage (du courant, le cathion de la solution est suivi par le cathion de l'indicateur, et l'anion de la solution par l'anion correspondant de l'indicateur. Il est nécessaire que ces ions indicateurs se meuvent moins rapidement que l'ion mesuré. La position de la limite entre les deux solutions se voit facilement à cause de la différence de réfraction, et le mouvement est mesuré au moyen d'un cathétomètre. La vitesse absolue de quelques ions a été calculée et comparée à celle obtenue par Kohlrausch. La concordance est bonne. — MM. H.-M. Dawson et J.-Mc Crae ont examiné l'influence exercée par l'addition de sels des métaux alcalins sur la distribution de l'ammoniaque entre l'eau et le chloroforme à 20°. Aussi longtemps que la concentration de l'ammoniaque dans la phase aqueuse est moindre que 0,5 normal, l'altération du coefficient de distribution est proportionnelle à la concentration du sel, et $\frac{k-k'}{n}$ est constant; k est le coefficient de distribution avec l'eau pure, et k' le coefficient de distribution pour une solution de sel de normalité n . Pour une concentration de l'ammoniaque plus grande que 0,5 normal, la valeur de $\frac{k-k'}{n}$ diminue avec une concentration croissante du sel et constante de l'ammoniaque, tandis qu'elle augmente pour une concentration constante du sel et croissante de l'ammoniaque.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Décembre 1900 (suite).

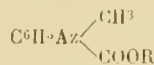
1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Onnes présente au nom de M. J. C. Schalkwijk : *Isothermes de précision. I.*

Mesures et calculs de la correction pour le volume du ménisque de mercure chez les manomètres à gaz. Pour qu'on puisse obtenir dans les mesures de pression une précision de 1/10.000, il faut qu'on connaisse le volume du ménisque de mercure des manomètres à 3 % près. Détermination directe du volume de quelques ménisques. Solution approchée de l'équation différentielle de la surface capillaire en deux cas limites pour une valeur approchée de la tension superficielle : a) pour des tubes très étroites; b) dans le cas où le quotient de la flèche du ménisque par le rayon du tube est très petit. Représentation graphique des résultats. Solution graphique de l'équation différentielle. Contrôle. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom communique, au nom de M. H.-B. Holsbør, un compte rendu de la thèse « *Over oplosvarmen, etc.* » (Sur les chaleurs de dissolution en général et celle de Cd SO⁴, $\frac{8}{3}$ H²O en particulier). Les résultats principaux sont compris dans le tableau suivant :

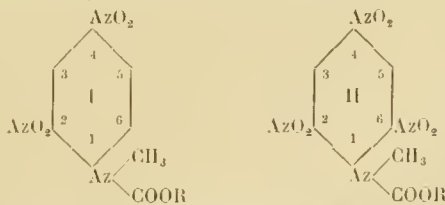
Chaleurs de dissolution de CdSO⁴, $\frac{8}{3}$ H²O en $(x - \frac{8}{3})$ H²O.

x	5°	10°	15°	20°	25°
400	2.075	2.303	2.530	2.758	2.983
200	2.194	2.306	2.418	2.530	2.642
100	2.118	2.203	2.288	2.373	2.458
50,6	2.013	2.065	2.118	2.170	2.223
30,6	1.835	1.876	1.918	1.959	2.001
20,6	1.657	1.645	1.633	1.621	1.609
15,6	1.405	1.332	1.258	1.185	1.111
13,6	1.061	966	870	775	679
	15,03	15,10	15,17	15,10	15,03
	219	165	3	-620	-1.221

De ce tableau, l'avant-dernière ligne fait connaître la teneur en H²O des solutions saturées, tandis que la dernière ligne donne en calories la chaleur théorique de dissolution de ces solutions. — M. P. van Romburgh : *Sur l'action de l'acide nitrique sur les éthers de l'acide méthylphénylaminofornique.* L'action de AzO³ sur



où R représente un radical quelconque, est bien différente de ce qu'on pourrait attendre. Le groupe du méthyle et le restant de l'acide formique ne changent pas, la réaction se bornant à l'introduction de AzO³ dans le noyau benzénique. Chez les éthers de l'acide phénylaminofornique on fait entrer facilement trois groupes AzO³ dans le noyau; ici on n'y réussit qu'avec deux et obtient des produits de la composition I :



Seulement en suivant un chemin indirect on obtient aussi des produits de la composition II. — Ensuite M. Romburgh présente : *Sur les huiles étheriques des feuilles d'Alpinia malaccensis Rose.* Suite d'une communication antérieure (voir *Rev. gén. d. Sc.*, t. IX, p. 476. — Enfin M. Romburgh présente encore : *Sur les huiles étheriques d'Ocimum Basilicum L.* — M. C. A. Lobry de Bruyn présente, au nom de M. J.-J. Blanksma, une analyse de la thèse : « *Organische polysulfiden, etc.* » (Polysulfures organiques et polysulfures de sodium). L'auteur a trouvé que la substance Na² S² se prête facilement à une décomposition double; il a obtenu ainsi un grand nombre de bisulfures aromatiques et aliphatiques. — Ensuite M. de Bruyn présente au nom de M. N. Schoorl : *Sur des dérivés uréiques des sucres.* Les efforts inutiles de MM. Lobry de Bruyn et Alberda van Ekenstein pour distinguer dans l'urine

la lactose de la glucose ont provoqué l'étude de M. Schoorl. Il démontre qu'il est possible de soustraire les sucres de l'urine traitée avec un acide dilué, sous forme de dérivées d'urée. — Enfin M. de Bruyn présente au nom de M. A. F. Holleman : *Sur la nitration des acides orthochlorobenzoïque et orthobromobenzoïque*, et la thèse de M^{lle} E. Kleerekooper : *La phénicoïne, la matière colorante de Copaifera bracteata* (en hollandais). — M. Bakhuis Roozeboom présente au nom de M. E. Cohen : *L'énantiotropie de l'étain*. Sixième partie, contenant plusieurs remarques bibliographiques sur l'étain gris. Probablement l'énantiotropie de l'étain a été observée déjà dans le temps d'Aristote (384-322 avant J.-C.). — M. Roozeboom présente encore au nom de M. J.-N. Adriani : *Lignes eutectiques de systèmes de trois substances, dont deux sont des antipodes optiques*. Dans les *Reud. Acad. dei Lincei* du 9 avril 1899, p. 332, M. Bruni a décrit une méthode pour décider si un corps inactif, compensé extra-moléculairement, est un conglomerat, un corps racémique ou bien un cristal de mélange pseudoracémique. M. Bruni veut déterminer le point eutectique d'une solution d'un des antipodes, dissoudre ensuite des mélanges des antipodes en proportions connues dans le même milieu de solution et déterminer de nouveau les points eutectiques. En examinant de cette manière tous les mélanges de 100 % dextro, jusqu'à 100 % lévogyre, on trouve pour chaque proportion une température déterminée. En construisant des graphiques, le lieu des points eutectiques correspondant à ces différentes proportions est une courbe dont le caractère révèle la nature du corps inactif. Si l'on obtient une courbe à trois branches, on a affaire à un corps racémique. Deux branches s'obtiennent quand le corps inactif est un conglomerat des antipodes. Et la courbe n'admet qu'une branche unique s'il s'agit de cristaux de mélange inactifs. M. Adriani croit que cette méthode, appliquée par M. Bruni à des solutions aqueuses, montre encore plus d'avantages quand on se sert de milieux supérieurs de solution. Ici, il applique la méthode de M. Bruni à l'oxime du camphre. Au dessus de 103°, l'i-oxime du camphre est cristal de mélange, au-dessous de 103° il est corps racémique. Comme troisième substance, l'auteur a employé successivement la naphthaline, la phénantrène, la benzène et l'anthracène. Ces résultats sont contenus dans le tableau suivant :

° o/l-	° o/l-	NAPHTALINE		PHÉNANTRÈNE		BENZOÏNE		ANTHRACÈNE	
		81°	99°4	137°	213°	100°2	109°2	107,6	106,8
100	0	61°0	76°2	100°2	109°2	—	—	—	—
90	3	60,0	—	—	—	—	—	—	—
85	10	59,6	75,6	99,1	107,6	—	—	—	—
80	20	59,2	74,9	98,2	106,8	—	—	—	—
75	25	59,4	—	97,8	—	—	—	—	—
70	30	60,1	74,2	97,4	106,2	—	—	—	—
65	35	60,8	74,8	—	—	—	—	—	—
60	40	61,3	75,6	97,0	105,4	—	—	—	—
50	50	61,9	76,2	97,2	105,6	—	—	—	—

La première ligne indique les points de fusion. Ces résultats affirment les considérations théoriques de M. Bruni et les résultats obtenus antérieurement (*Rev. gén. d. Sc.*, X, p. 800) par l'auteur.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. J.-M. van Bemmelen : *Sur l'importance du travail de fen G. J. Mulder relatif à notre connaissance de la terre cultivable*. Cette étude paraîtra dans les mémoires de l'Académie. — Ensuite M. van Bemmelen présente au nom de M. G. Reiniers : *Deux nouveaux lieux où l'on trouve des minéraux ferrugineux dans et sous les tourbières*. — M. A. A. W. Hubrecht présente au nom de M. J.-F. van Bemmelen : *Troisième communication d'observations sur la structure du crâne des Monotrèmes*. L'os ethmoïde et le cornet nasal de la mâchoire supérieure. — M. van der Waals présente au nom de M. J. Valckenier Suringer : *Contribution à l'étude des espèces du genre Melocactus des Indes Néerlandaises Occidentales*. Sont nommés rapporteurs MM. C.-A.-J.-A. Oudemans et

J.-W. Moll. — M. B.-J. Stokvis présente une brochure : *Doit-on combattre la fièvre?* P. H. SCROUTE.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Décembre 1900.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Tacchini communique à l'Académie les résultats de ses observations sur les Léonides, exécutées pendant le mois de novembre; il reconnaît que, malgré l'état de pureté du ciel, le phénomène des étoiles filantes a complètement manqué, ce qui conduit à croire que le nuage météorique s'est dissous, ou qu'il s'est déplacé. — M. Millosevich donne les éléments de l'orbite définitive de la petite planète Eros, pour la période du 18 août au 31 octobre 1900. — M. Bianchi s'occupe de l'intégration de l'équation $\Delta_n u = 0$ dans l'espace indéfini non euclidien. — M. Burgatti étudie dans une première note le mouvement d'un pendule vertical, dont le point de suspension est assujéti à des mouvements oscillatoires, et détermine ces mouvements; dans une deuxième note, M. Burgatti s'occupe de quelques surfaces à lignes de courbure isothermes. — M. Severi présente le résultat de ses recherches sur les coïncidences d'une série algébrique $\infty^{(k+1)(r-k)}$ de couples d'espaces à k dimensions qui se trouvent dans un espace à r dimensions.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Agamennone donne des détails intéressants sur l'influence que les variations atmosphériques peuvent exercer sur les appareils sismiques, et insiste sur les précautions à prendre pour que ces influences soient réduites au minimum. — M. Manuelli décrit ses recherches sur l'action du brome sur le lapaconone. — MM. Bruni et Gorni examinent la marche du phénomène de la congélation dans des solutions solides de trois substances. — M. Viola démontre que la loi de rationalité des indices ne peut avoir aucune valeur en cristallographie, puisqu'elle ne correspond pas à la preuve de l'expérience.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Arcangeli expose dans une note ses observations sur une variété de *Pinus Pineal* var. *fragilis*, dont les fruits ont les pignons à écorce tendre; M. Arcangeli décrit ses tentatives de reproduction de cette variété, et il arrive à la conclusion qu'il ne s'agit point d'une véritable variété, mais d'un état pathologique de l'arbre en relation avec les conditions du milieu où l'arbre se trouve. — M. Martelli, ayant visité les îles de Paxos et Antipaxos dans l'archipel Ionien, décrit leur structure géologique. — M. Rosati donne une étude pétrographique des roches volcaniques des environs de Pachino en Sicile. — M. Noè a étudié la propagation de la filaire du sang (*Filaria immitis*) à l'hôte définitif au moyen des moustiques; il donne des nombreux détails et des dessins sur la manière dont l'infection se produit, sur l'évolution des moustiques et de la filaire. — M. Basili démontre que l'opinion de Ross sur l'impossibilité d'une infection paludéenne des moustiques femelles (*Culex pipiens*) non fécondées est fautive, et décrit les expériences qui prouvent que les femelles fécondées et non fécondées sont infectées également en suçant le sang d'une personne atteinte par la fièvre. — M. Gorini poursuit ses recherches sur l'infection micétozoïque de la cornée, en relation avec l'infection de la cornée par le vaccin. — MM. Lo Monaco et Panichi ont découvert un phénomène particulier d'agglutination qui se produit dans le sang des malades de fièvre paludéenne; selon toute probabilité, il s'agit d'un phénomène commun à plusieurs maladies infectieuses, mais qui peut être d'une grande utilité pour suivre le cours de la maladie, pour son traitement et pour être sûr de la guérison.

ERNESTO MANCINI.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adressez tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

La Médaille d'or Swammerdam. — La Société hollandaise pour l'avancement des Sciences et de la Médecine (*Genootschap ter bevordering van Natuur, Genees en Heelkunde*) à Amsterdam a décerné la grande Médaille d'or de Swammerdam pour l'année 1900 au Professeur C. Gegenbaur, de Heidelberg.

Cette médaille a été instituée par la Société en 1880 pour être décernée tous les dix ans au savant qui aura fait, dans cet espace de temps, des recherches importantes sur les sciences où s'est illustré Swammerdam. La médaille avait été décernée pour la première fois en 1880 à C. Th. von Siebold, et en 1890 au Professeur E. Hæckel.

§ 2. — Mécanique

Recherches récentes sur l'élasticité des métaux. — On a admis pendant longtemps, à la suite des travaux de Wertheim, que le rapport de la contraction transversale à l'allongement, — coefficient de Poisson, — est le même pour tous les métaux, et égal à $\frac{1}{3}$, alors que de Saint-Venant était arrivé, par des considérations théoriques, à la conclusion que, pour tous les corps isotropes, ce coefficient doit être égal à $\frac{1}{4}$.

La question fut définitivement éclaircie lorsque, par ses admirables recherches sur l'élasticité des solides, M. Amagat démontra que ce coefficient varie d'un corps à un autre, se rapprochant d'autant plus du nombre théorique que le corps est plus éloigné des conditions dans lesquelles il peut prendre des déformations permanentes avant de se rompre. Ainsi le verre, le cristal, l'acier, donnèrent des nombres voisins de 0,25, le cuivre et le laiton 0,33, le plomb 0,43. Quant au caoutchouc, il n'éprouve pas de modification de volume lorsqu'on le soumet à une traction, et le coefficient de Poisson atteint, pour ce corps, la valeur de 0,5. A ce point de vue, le caoutchouc se comporte comme le ferait un corps constitué par un grand nombre d'alvéoles élastiques, remplies d'un liquide incompressible.

La variation des modules avec la température a donné lieu à quelques bons travaux, mais on n'avait pas

aperçu jusqu'ici de loi bien nette reliant entre elles les variations des divers coefficients.

Une recherche récente de M. Clemens Schaefer l'a conduit à une relation très intéressante, que nous allons examiner.

Un certain nombre de métaux furent étudiés, sous la forme de fils, dont on déterminait le module d'élasticité et le coefficient de torsion à diverses températures comprises entre -186° et $+20^{\circ}$. Entre ces limites, les coefficients variaient suivant une fonction sensiblement linéaire. Désignons par σ le coefficient de Poisson,

TABLEAU I.

MÉTAUX	μ en $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$	$-\beta$	E en $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$	$-\alpha$	σ à 20°
Platine . . .	6.593	0,178.10 ⁻³	16.029	0,0732.10 ⁻³	0,215
Palladium . .	4.613	0,2696	11.283	0,1979	0,223
Fer.	7.337	0,3035	18.347	0,2230	0,247
Nickel	9.518	0,3281	23.514	0,2463	0,239
Or	—	0,3014	—	—	—
Cuivre	3.967	0,3489	9.897	0,2627	0,245
Argent	2.467	0,8209	5.897	0,765	0,195
Aluminium . .	2.329	2,472	6.330	2,132	0,359
Zinc	1.614	4,837	4.296	—	0,331
Plomb	350	7,867	4.193	—	0,431

par E le module d'élasticité, par μ le coefficient de torsion, par α et β leurs variations. On sait que :

$$2(1 + \sigma) = \frac{E}{\mu}$$

En multipliant le second membre de cette équation par le quotient des deux fonctions qui représentent respectivement la variation de E et de μ , on en déduira immédiatement la variation de σ . On écrira donc :

$$1 + \sigma_t = (1 + \sigma_0) \frac{1 - \sigma_t}{1 - \sigma_0}$$

Les valeurs trouvées par M. Schaefer pour les diverses

grandeurs des coefficients de l'élasticité sont résumées dans le tableau I ci-joint (page 153).

On peut, ensuite, se proposer de déterminer la température pour laquelle le rapport devient égal à 1/2, c'est-à-dire celle où le métal prend les propriétés élastiques d'un liquide. En effectuant le calcul, on trouve les nombres donnés dans le tableau II, où nous avons rapproché de ces nombres les températures de fusion déterminées directement. La concordance entre ces deux séries de nombres est loin d'être parfaite; mais, si l'on envisage la difficulté que l'on rencontre dans la détermination des coefficients de l'élasticité, et l'extrapolation considérable qui conduit à la détermination de la valeur limite de σ , on reconnaîtra que le seul fait d'une certaine analogie dans l'allure des deux tableaux mérite d'être pris en sérieuse considération.

Il ne serait pas impossible qu'en poursuivant les mesures directes jusqu'au voisinage de la température de fusion, on arrivât, sans aucune discontinuité, à la valeur limite de σ pour ce point lui-même. En d'autres termes, la fusion des métaux se produirait par le fait d'une variation *continue* de leurs propriétés élastiques.

Cette curieuse relation n'est pas la seule que l'on

TABLEAU II.

MÉTAUX	$\sigma = \frac{1}{2}$	TEMPÉR. de fusion
Platine	1.741°	1.775
Palladium	1.724	1.578
Fer.	1.470	1.500 env.
Nickel	1.391	1.400 —
Cuivre	1.169	1.084
Argent	990	954

connaisse entre la température de fusion des métaux et leurs autres propriétés. Il y a plus de vingt ans, M. Raoul Pictet a montré que la plupart des métaux se dilatent d'une quantité sensiblement égale entre le zéro absolu et leur point de fusion; et ultérieurement, M. Wiebe a modifié l'énoncé de cette loi approchée en faisant intervenir la loi de Dulong et Petit, ce qui l'a conduit à envisager non plus la variation des distances des molécules comme le fait amenant à la fusion, mais le travail fourni aux atomes.

La synthèse des propriétés élastiques et thermiques des métaux est, on le voit, pleine de promesses. Les physiiciens se sont un peu désintéressés, depuis une vingtaine d'années, de ce genre de questions. Mais le retour vers les études moléculaires, nettement accusé au dernier Congrès international de Physique, nous fait espérer des progrès rapides dans cette direction.

§ 3. — Physique

Les expériences de Niepce de Saint-Victor et les rayons de Becquerel. — Quand on lit les curieuses notes de Niepce de Saint-Victor¹ insérées dans les *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, de 1857 à 1867, on rencontre des phénomènes qui font d'abord penser à ceux que produisent les rayons de Becquerel. L'oubli partiel dans lequel sont tombées les observations de Niepce de Saint-Victor appellerait alors une juste réparation et il faudrait lui attribuer une part du mérite que l'on aime à reporter des découvreurs d'aujourd'hui à leurs précurseurs méconnus. Que faut-il penser de cette appréciation? Les

lecteurs de la *Revue* tiendront sans doute à être nettement renseignés à ce sujet.

Parmi les expériences de Niepce de Saint-Victor, voici l'une des plus frappantes en ce qui concerne l'analogie apparente des phénomènes qu'il a signalés et des phénomènes dus aux rayons de Becquerel¹ :

« L'expose à la lumière solaire une feuille de carton très fortement imprégnée de deux ou trois couches d'une solution d'acide tartrique ou de sel d'urane; après l'insolation, je tapisse avec le carton l'intérieur d'un tube de fer blanc assez long et d'un diamètre étroit; je ferme le tube hermétiquement, et je constate, après un très long laps de temps comme le premier jour, que le carton impressionne le papier sensible préparé au chlorure d'argent. A la température de l'air ambiant, il faut vingt-quatre heures pour obtenir le maximum d'effet; mais si, après avoir projeté dans le tube quelques gouttes d'eau pour humecter légèrement la feuille de carton, on l'expose à une température de 40 à 50°, on l'ouvre et on applique son embouchure sur la feuille de papier sensible, il suffira de quelques minutes pour obtenir une image circulaire de l'embouchure, aussi vigoureuse que si le papier sensible avait été exposé au Soleil. L'expérience ne réussit qu'une fois, c'est-à-dire que la lumière semble s'être échappée tout entière du carton, et que, pour obtenir une seconde image, il faudra recourir à une seconde insolation ».

Le caractère temporaire du phénomène et la nécessité d'insoler le papier que l'on enferme ensuite dans une boîte suffisent déjà à distinguer complètement les phénomènes signalés par Niepce de Saint-Victor dans l'extrait qui vient d'être cité et les phénomènes découverts par M. H. Becquerel. On sait, en effet, que les rayons de Becquerel sont émis spontanément et indéfiniment par l'uranium sans qu'il soit besoin d'exciter l'uranium par les rayons du Soleil; c'est là précisément quel est le grand intérêt de la découverte de M. H. Becquerel.

Il n'est pas sans intérêt de pousser plus loin l'examen des phénomènes signalés par Niepce de Saint-Victor, afin de les distinguer mieux encore des phénomènes de radio-activité. Dans les expériences de Niepce de Saint-Victor, les sels d'uranium ne jouent pas d'autre rôle que le sulfate de quinine ou l'acide tartrique, par exemple. Sans doute, des rayons de Becquerel devaient être émis dans les expériences de Niepce de Saint-Victor où se trouvaient intervenir des sels d'urane; mais les rayons spontanés de l'uranium n'avaient aucune part dans les effets observés par Niepce puisque l'action préalable de la lumière solaire était indispensable et que d'ailleurs le phénomène était temporaire. Ce qui agissait, c'était quelque chose qui n'était pas spécial aux sels d'urane en tant que renfermant de l'uranium. Au contraire, les rayons de Becquerel ne sont pas émis par le sulfate de quinine, ni par l'acide tartrique. Les sels d'urane les émettent en tant que renfermant de l'uranium, les sels uraniques, non fluorescents, émettent aussi bien que les sels uraniques fluorescents, l'uranium métallique extrait des sels d'urane est trois ou quatre fois plus actif que ces sels eux-mêmes. Ce caractère atomique de la radioactivité se retrouve pour le thorium et pour les nouvelles et si remarquables substances que leur radioactivité très énergique a permis à M. et M^{me} Curie, puis à M. Debierne de découvrir, au milieu de minerais qui en renfermaient seulement des traces inappréciables à l'analyse spectrale elle-même, et de concentrer progressivement. On sait comment M. et M^{me} Curie ont réussi à obtenir en particulier des échantillons de sels de radium presque purs, caractérisés nettement par un spectre lumineux tout à fait nouveau et par un poids atomique très supérieur à celui du baryum avec lequel le radium offre de grandes analogies. Est-il besoin de dire qu'il n'y a rien d'ana-

¹ Niepce de Saint-Victor était le neveu de Nicéphore Niepce. C'est Nicéphore Niepce et non pas Niepce de Saint-Victor qui fut l'associé de Daguerre et l'inventeur de la photographie.

¹ La citation suivante est extraite des *Comptes Rendus de l'Acad. des Sc.* du 1^{er} mars 1858, t. XLVI, p. 631.

logue dans les propriétés observées par Niepce de Saint-Victor ? L'action que *paraît* exercer à distance un sel d'uranium dans les expériences de Niepce de Saint-Victor n'est pas essentiellement différente de celle qu'exerce, dans des circonstances analogues, une autre *matière impressionnable* comme l'acide tartrique, et même elle est très inférieure à celle de l'acide tartrique.

L'action à distance que Niepce de Saint-Victor croyait avoir isolée ne traversait pas une lame de verre (ce qui suffirait à la rigueur à la distinguer une fois de plus d'une action de rayons de Becquerel). D'après cela, Niepce de Saint-Victor avait adopté l'hypothèse de Foucault pour lesquelles effets observés seraient dus à des rayons invisibles ne traversant pas le verre. Mais Niepce de Saint-Victor n'a même pas démontré qu'il eût affaire à un agent se propageant en ligne droite ; l'hypothèse d'un rayonnement n'est donc pas justifiée.

Il existe même des expériences de l'abbé Laborde, contemporaines de celles de Niepce de Saint-Victor, montrant assez bien ce qu'il reste d'obscur dans les travaux de Niepce de Saint-Victor. Voici l'une des expériences de l'abbé Laborde :

« La boîte contenant le carton insolé a été laissée pendant quatre heures dans un endroit chaud ; je l'ai débouchée ensuite avec précaution, et, tenant l'ouverture en bas, j'en ai retiré doucement le carton insolé ; j'ai fixé promptement sur le fond du bouchon un papier sensible traversé par une bande de verre, et j'ai refermé la boîte. Je l'ai placée dans un endroit frais, et lorsqu'au bout de douze heures je l'ai ouverte, j'ai trouvé le papier sensible noirci sur la surface découverte, malgré l'absence du carton insolé. »

Pour l'abbé Laborde on a affaire non à une radiation issue du carton insolé, mais à une émanation qui reste enfermée dans la boîte de fer-blanc et produit à elle seule les actions chimiques que Niepce attribuait à une radiation émanée du carton.

Il pourra être intéressant d'approfondir les phénomènes découverts par Niepce de Saint-Victor et dont l'étude est, on le voit, si incomplète. Mais le peu que nous apprenons sur ces phénomènes les expériences de Niepce de Saint-Victor et celles de ses contemporains suffit pour nous permettre d'affirmer qu'il n'y a rien de commun entre ces phénomènes, où l'action de *radiations invisibles* n'a même pas pu être constatée, et les phénomènes bien nettement définis qui sont dus aux *rayons spontanés* de l'uranium, du thorium et des nouveaux éléments radioactifs ne doit absolument rien à Niepce de Saint-Victor.

Nouvelle méthode pour la cristallisation des solutions, en particulier des solutions de substances albumineuses. — Une difficulté

qui se présente souvent lorsqu'on cherche à faire cristalliser certaines solutions, pour obtenir à l'état pur le corps qu'elles renferment, c'est la formation d'une croûte cristalline à la surface, croûte qui contient généralement une bonne partie des impuretés de la solution. Cette croûte tombe au fond à la moindre secousse et une nouvelle croûte se reforme rapidement. Ce phénomène est particulièrement gênant pour les solutions albumineuses, et M. Wroblewsky, qui s'occupe depuis plusieurs années de l'étude de ces corps, a été amené à rechercher le moyen de le prévenir¹.

La formation des croûtes doit être attribuée à la vaporisation superficielle ; il faut donc d'abord empêcher cette dernière et chercher à provoquer la concentration de la solution d'une autre façon. Pour cela, M. Wroblewsky utilise une propriété des membranes de parchemin : si l'on suspend dans l'air un tuyau de parchemin rempli d'eau et bien fermé à ses deux extré-

mités, on constate que l'eau ne mouille pas sa surface extérieure ; mais, si l'air est sec, l'eau diminue en quantité à l'intérieur, et au bout de quelques jours elle a disparu complètement ; elle s'est infiltrée dans la membrane et s'est évaporée à sa surface extérieure. Si, à la place de l'eau pure, on introduit dans le tube de parchemin une solution, celle-ci se concentrera de plus en plus jusqu'à ce que le corps dissous se dépose sous forme cristalline ou amorphe.

Sur ce principe, M. Wroblewsky a construit l'appareil suivant (fig. 1) : dans un vase A, on introduit un large tube B, fermant hermétiquement l'ouverture C, et fermé lui-même par le bouchon D, qui est traversé par le tube E. Le tube B est fermé en bas par une membrane de parchemin végétal fixée par une triple ligature. On place du chlorure de calcium poreux dans le fond du vase A et de l'eau dans le tube E. Si l'on introduit une solution dans le tube B, elle se concentrera peu à peu et cristallisera sans formation de croûte à la surface.

On observe, pour certains sels, un phénomène très curieux : c'est la formation de cristaux sur la surface extérieure du parchemin.

Pour le sulfate d'ammoniaque, ils sont longs et filiformes, ressemblant à des brins d'herbe très fins ou à des fils de toile d'araignée ; ils poussent dans la direction du chlorure de calcium. Le chlorure d'ammonium forme des cristaux plus courts ; le chlorure de sodium et l'acétate de potasse ne produisent qu'un duvet subtil. Le sulfate de magnésie ne forme qu'une efflorescence minime ; le sulfate de cuivre ne donne presque rien. On a observé des phénomènes analogues dans la nature, par exemple à la surface des plantes qui poussent dans un sol saturé de chlorure de sodium.

L'appareil de M. Wroblewsky, appliqué à la cristallisation de l'albumine d'œuf, lui a donné des cristaux plus purs que ceux qui résultent de la méthode de Hoffmeister,

et cela sans formation de croûte superficielle et dans un temps beaucoup plus court. On a observé également une très faible cristallisation de l'albumine à l'extérieur du parchemin. Il y a là un phénomène d'osmose qui paraît général pour tous les corps.

La lampe à incandescence et le courant alternatif. — Nous recevons la lettre suivante :

« Vous avez publié, dans un récent numéro de la *Revue générale des Sciences*¹, d'intéressantes remarques sur les variations de température et d'éclat des lampes à incandescence parcourues par des courants alternatifs. Voulez-vous, à ce propos, me permettre de rappeler que j'ai donné moi-même, il y a quelques années², une théorie complète du phénomène, basée sur la loi du rayonnement de H.-F. Weber. J'étais arrivé, pour un courant sinusoïdal de fréquence 10, à des variations de température de 10° en plus ou en moins de

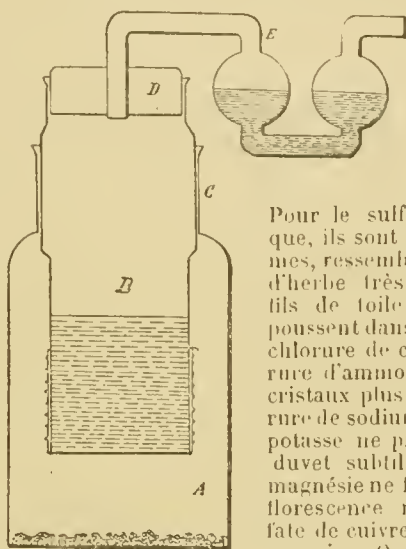


Fig. 1. — Appareil pour la cristallisation des solutions. — A, vase fermé contenant des substances hygroscopiques ; B, tube renfermant la solution à cristalliser ; C, col ; D, bouchon ; E, tube plein d'eau.

¹ Bulletin de la Société Française de Photographie, août 1839.

² Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie, 1900, n° 8, p. 319.

¹ Voyez la Revue du 30 janvier 1901, t. XII, p. 78.

² Eclairage électrique, 5 juin, 1897.

la moyenne, et à des variations d'éclat de 10 % environ en plus ou en moins de l'éclat normal. J'indiquais de plus la possibilité d'observer ces variations d'éclat en agitant un objet brillant devant la lampe.

« Les nombres que je viens de citer reposent entièrement sur la théorie de H.-F. Weber qui, je le remarquais déjà dans le travail cité, semble donner pour la température des lampes des nombres inférieurs à la réalité (1100° environ). Quelques expériences que j'ai publiées l'année suivante m'ont donné, pour la température moyenne de lampes moyennement poussées, de 1600° à 1700°. Néanmoins, l'allure générale du phénomène et son ordre de grandeur sont très suffisamment indiqués par la méthode que j'ai employée, et mes résultats ne diffèrent pas beaucoup de ceux de M. Samoiloff; il n'y a pas lieu d'ailleurs d'être surpris de ces légères différences, étant donné : 1° qu'il emploie la loi de Stephan au lieu de la loi de Weber; 2° qu'il substitue au courant sinusoïdal vrai un courant fictif simplement interrompu. »

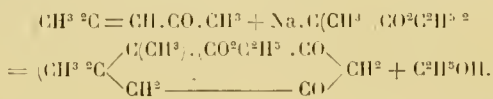
Paul Janet,

Chargé de Cours à la Faculté
des Sciences de Paris.

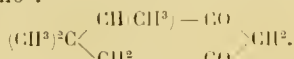
§ 4. — Chimie

Action de l'éther méthylmalonique sodé sur l'oxyde de mésityle. — Les expériences dirigées dans cette voie ont eu principalement pour objet la synthèse de l'acide dihydrocamphorique¹, et, bien que ces tentatives n'aient pas été couronnées de succès, M. Crossley a pu néanmoins obtenir plusieurs dérivés intéressants.

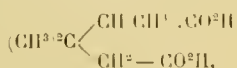
Tout d'abord l'action de l'oxyde de mésityle sur l'éther méthylmalonique sodé peut s'exprimer ainsi :



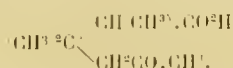
Le produit de condensation ainsi obtenu, soumis à la saponification, fournit un acide β -cétonique qui perd spontanément de l'anhydride carbonique en fournissant une cétone :



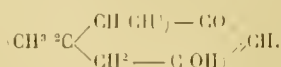
Cette triméthylidihydro-résorcine (2:6-dicéto-3:4:4 triméthylhexaméthylène) possède très certainement la constitution qui lui est assignée ici parce que l'oxydation au moyen de l'hypobromite de soude le convertit en acide α - β - β -triméthylglutarique :



Il n'a pas été jusqu'ici possible de convertir la triméthylidihydro-résorcine en l'acide cétonique :



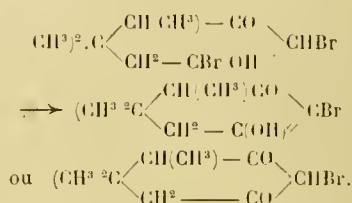
Cette résorcine substituée fonctionne comme une dicéto et donne une dioxime bien caractérisée, mais sa forme la plus usuelle est la forme énolique :



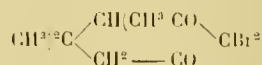
Ainsi, par exemple, elle fournit un sel d'argent, un éther méthylique et un dérivé monoacétylé.

En même temps, la nature non saturée de ce composé peut être démontrée par le fait qu'il s'unit au brome en donnant un dérivé dibromé. Celui-ci, qui est

extrêmement instable, perd rapidement de l'acide bromhydrique et fournit un dérivé monobromé ainsi que le montrent les relations :



Traitée par une quantité insuffisante d'hypobromite de soude, la triméthylidihydro-résorcine est transformée en un dérivé bibromé :



lequel, traité à son tour par la potasse, est converti en acide α - β - β -triméthylglutarique et dans le composé monobromé ci-dessus.

Composition chimique des Pétroles roumains. — La composition chimique des pétroles varie beaucoup selon leur provenance; les divers pétroles connus et exploités peuvent se rattacher à trois formes principales : les pétroles d'Amérique, constitués presque en totalité par des carbures forméniques; les pétroles de Bakou, composés surtout de carbures cycliques saturés ou naphlénes, et les pétroles intermédiaires, tels que ceux de Tillis, qui réunissent les deux sortes d'hydrocarbures.

Les pétroles de Roumanie avaient été jusqu'à présent peu étudiés quant à leur composition. M. Poni, professeur à l'Université de Jassy, a entrepris l'étude de plusieurs d'entre eux et publié récemment (*Annales scientifiques de l'Université de Jassy*, 1900, 2^e fasc.) des résultats précis sur les portions les plus volatiles du pétrole de Colibasi.

Contrairement à beaucoup de pétroles, ce dernier ne contient pas de carbures éthyléniques ou acétyléniques. Il renferme une certaine quantité de carbures gazeux forméniques (éthane, propane, butane, pentane tertiaire). Les parties qui distillent au-dessous de 100° sont pour une notable proportion constituées par des pentanes et des hexanes, qu'accompagnent de faibles quantités de benzène et de toluène, ainsi que des doses assez importantes de carbures cycliques saturés, méthylpentaméthylène, hexaméthylène.

Ces résultats, qui seront sans doute complétés prochainement par M. Poni, tendent à ranger les pétroles de Colibasi dans la troisième catégorie, tout en indiquant une prépondérance assez marquée des carbures à chaîne ouverte.

§ 5. — Physiologie

La ration d'entretien dans les pays chauds.

— Nous empruntons à un travail de M. Maurel¹, dont la première partie seulement vient de paraître, une série de données fort intéressantes sur la ration d'entretien dans les pays chauds.

En s'appuyant sur les faits qu'il a observés et les recherches qu'il a faites en Cochinchine, au Cambodge, à la Guadeloupe, etc., M. Maurel montre que, dans les régions intertropicales dont la latitude n'est pas corrigée par l'altitude, les azotés, dans la ration d'entretien, doivent figurer pour 4 grammes à 1 gr. 25 environ et les ternaires pour 4 à 5 grammes environ par kilogramme de poids, soit 60 à 75 grammes d'azotés et 240

¹ E. MAUREL : Influence des climats et des saisons sur la dépense de l'organisme chez l'homme. *Archives de Médecine navale* 1900, n° 11.

¹ A.-W. CROSSLEY, *Journal of the Chem. Soc.*, 1. 79, p. 138.

à 300 grammes de ternaires pour un homme de 60 kilogrammes.

L'origine des azotés est sans importance, et on peut les demander indifféremment au règne animal et au règne végétal. Pour les 4 ou 5 grammes de ternaires, on peut adopter comme proportion : 1 gramme de corps gras, 0 gr. 50 d'alcool, contenu dans une liqueur fermentée (vin, bière ou cidre), et 2 gr. 50 à 3 gr. 50 d'hydrates de carbone.

Le nombre de calories, constituant un des points les plus importants de la ration, doit être environ de 27,5 à 32,5 caloriques, en moyenne de 30, par kilogramme d'homme, soit 1.650 à 1.950, en moyenne 1.800 calories pour un homme de 60 kilogrammes.

La quantité d'aliments et le nombre de calories qu'ils doivent donner correspondent à la *ration d'entretien*. Pour les autres rations, celles du travail, de la croissance, de la grossesse, etc., les règles pour les fixer sont les mêmes que pour les pays tempérés.

§ 6. — Sciences médicales

L'influence de l'Oxygène sur les Convulsions strychniques. — C'est un fait bien connu des physiologistes qu'on peut, par la respiration artificielle, atténuer chez le chien, chez le lapin, chez le cobaye, les phénomènes de l'empoisonnement strychnique, et rendre inoffensives des doses d'alkaloïde mortelles pour un animal respirant normalement (Richter, Leube, Rosenthal, Uspensky, Westphal, Laschkewitz, Ebner, Brown-Séguard, Gossbach et Joehelsohn, Ananoff, Buchheim, Pauschinger, Richet, Eckhardt). Les physiologistes toutefois diffèrent d'avis dans l'interprétation du phénomène. Les uns admettent que la respiration artificielle détermine une ventilation plus parfaite des alvéoles pulmonaires et une oxygénation plus complète du sang, ayant pour conséquence une combustion plus rapide des substances organiques et vraisemblablement de la strychnine; — les autres admettent que, par la respiration artificielle, sont produites des excitations périphériques capables de déterminer une inhibition plus ou moins complète du pouvoir excito-relleux des centres nerveux.

M. Osterwald¹, sur les conseils du P^r Jacobi, s'est proposé de résoudre la question du mécanisme remarquable que nous venons de signaler. Si les phénomènes mécaniques de la respiration artificielle sont la cause de l'atténuation des symptômes strychniques, cette atténuation ne devra pas se produire si l'animal n'est pas soumis à la respiration artificielle. Si les phénomènes de suroxygénation du sang dans la respiration artificielle sont la cause de l'atténuation observée, cette atténuation devra se produire si l'animal respire librement dans une atmosphère suroxygénée. Telles sont les propositions de M. Osterwald.

Les expériences sont faites sur des souris, sur des cobayes, sur des poussins, comparativement. A deux animaux aussi semblables que possible, on injecte sous la peau une même quantité de strychnine (à dose non mortelle ou à dose mortelle); l'un est placé dans l'air, l'autre dans une cloche d'oxygène. Les accidents strychniques sont toujours plus graves, et plus rapidement mortels pour l'animal conservé dans l'air que pour celui maintenu dans l'oxygène. Ainsi, par exemple, deux cobayes pesant chacun 440 grammes reçoivent ^{20 mg} 2 d'azotate de strychnine en injection sous-cutanée; l'un A est placé dans une cloche d'air; l'autre B dans une cloche d'oxygène. Après quinze minutes, le cobaye A présente une exagération des réflexes très manifeste; le cobaye B n'en présente aucune. Après vingt minutes, le cobaye A présente des convulsions spontanées; le cobaye B ne manifeste qu'une très légère agitation. Après vingt-cinq minutes, le cobaye A est en tétanos continu, le cobaye B paraît normal. Après vingt-sept

minutes, le cobaye A meurt.

En plaçant deux cobayes naturel, l'autre dans un air normal. l'autre dans un air normal. les accidents strychniques chez le premier et l'autre ad on approche des l' avec la vie, quand les phénomènes d'

M. Osterwald a constaté que les phénomènes de suroxygénation artificielle ne sont pas la cause de l'atténuation des phénomènes strychniques, mais qu'il peut être recherché dans les conditions de l'organisation.

Il faut constater les expériences de M. Osterwald et les conclusions auxquelles sont parvenues avec rigueur et s'accordent avec les expériences antérieures, notamment celles d'Ananoff. Mais nous devons faire des réserves, au moins provisoires, sur l'interprétation qu'il en donne. S'agit-il, comme il le dit, de changements dans les processus d'oxydations organiques sous l'influence des modifications de la tension de l'oxygène?

Avant d'admettre cette conclusion, il faudrait établir la réalité de cette augmentation des oxydations dans le cas où l'animal respire dans l'oxygène pur, ou dans le cas où l'animal est soumis à une respiration artificielle énergique. Or, nous savons que, dans le phénomène de l'apnée produit par une respiration artificielle active, les oxydations ne sont point augmentées, et la tension de l'oxygène dans le sang est normale. Et pourtant dans ces conditions l'atténuation des phénomènes strychniques se produit. Que la tension de l'oxygène dans le sang de l'animal qui respire dans l'oxygène pur soit supérieure à la tension de ce gaz dans le sang de l'animal qui respire dans l'air, c'est là chose probable; mais n'oublions pas que l'oxygène dans le sang est pour la plus grande part combiné à l'hémoglobine, et que la tension dans les capillaires est pour l'oxygène égale à la tension de dissociation de l'oxyhémoglobine dès qu'est consommée la très petite fraction d'oxygène qui, dissoute dans le plasma, avait une tension supérieure.

Une remarque s'impose encore : l'oxygène respiré sous pression de cinq atmosphères produit chez les animaux des accidents convulsifs, absolument semblables aux accidents strychniques; on comprendrait sans peine que l'oxygène sous pression d'une atmosphère exagérât les accidents dus à la strychnine; on est surpris de le voir les atténuer. On sait qu'un poison capable de supprimer l'activité d'un élément vivant commence par exalter cette activité quand il est employé à dose faible; mais on n'a pas d'exemples nets de poisons qui, à dose convenable, exaltent une activité vitale et qui, à dose moindre, diminuent cette activité.

Ces remarques n'enlèvent rien de l'intérêt des recherches de M. Osterwald; elles montrent, au contraire, tout l'intérêt qui s'attache à ces recherches, qu'il serait désirable de voir étendre et compléter.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La production du Caoutchouc. Jusqu'à ces dernières années, le caoutchouc était considéré uniquement comme un produit forestier et ne pouvait, à aucun titre, être rangé au nombre des productions agricoles. Actuellement encore, malgré une production annuelle qui dépasse 42 millions de kilogrammes, pour le monde entier, le caoutchouc est presque uniquement fourni par des végétaux ayant poussé sans culture dans les forêts; mais, en présence d'une consommation qui devient de plus en plus considérable, le problème s'est posé de la création de cultures rationnelles, non seulement pour assurer dans l'avenir la production du caoutchouc nécessaire à l'industrie, mais encore pour diminuer, autant que possible, les frais de récolte et pour obtenir un produit plus homogène.

A lui seul, le Brésil fournit plus de la moitié du caoutchouc annuellement livré au commerce (23 millions de kilogrammes en moyenne pour les deux ou

¹ Archiv. sur experiment. Pathologie und Pharmakologie, 1900, 451-63.

(trois dernières années), et ce caoutchouc est produit par diverses espèces du genre *Hevea*, par le *Castilloa* et par un *Manihot*. Mais les arbres du genre *Hevea* sont principalement exploités au Brésil et fournissent le caoutchouc le plus estimé. D'après M. Eug. Ackermann¹, on n'a guère à craindre la disparition de ces arbres dans les forêts du Brésil car, à l'encontre de ce qui se passe en Afrique, les récolteurs ne détruisent pas les arbres producteurs : ils se contentent de les saigner par des incisions périodiquement répétées. Dans l'Etat de Para, ce qui manque principalement, c'est la main-d'œuvre, car la récolte se fait dans les forêts marécageuses où les récolteurs rencontrent mille obstacles et contractent de dangereuses maladies. « Si les propriétaires de terrains ont intérêt à planter, ce n'est pas précisément parce que la matière première fait défaut, mais c'est afin d'avoir plus de facilités pour l'extraction, ou bien pour augmenter la valeur de leurs terres, et enfin aussi pour pouvoir se procurer plus facilement la main-d'œuvre, car cette dernière affluera de préférence dans une plantation où les conditions hygiéniques ne peuvent être que bonnes, comparées à celles de la forêt quasi vierge. »

La récolte n'est pas réglementée dans les Etats de Rio de Janeiro, Minas Geraes, Espirito Santo, Parahyba, Rio Grande do Norte, Sergipe, et même dans l'Etat de Para, si riche en *Manicobas*. L'Etat de Para a établi, par une loi du 20 mars 1896, des primes pour l'encouragement des plantations d'arbres à caoutchouc. Il alloue 1 million de reis par lot de 2.000 seringueiras plantés convenablement, pourvu que le terrain appartienne en propre au planteur ou qu'il soit affermé par lui. Il existe aussi une réglementation dans les Etats de Matto Grosso, des Amazonas et de Bahia; mais les données de M. Ackermann se rapportent principalement à l'Etat de Para² qui est d'ailleurs le principal centre de la production de caoutchouc. Les arbres exploités dans l'Amazonie ne sont pas seulement des espèces du genre *Hevea* (*H. Brasiliensis*, *H. discolor*, *H. pauciflora*, *H. lutea*), mais encore le *Castilloa elastica*, que le professeur Buscalioni, de Rome, nous a dit avoir rencontré maintes fois sur les rives des affluents de l'Amazone. M. Ackermann décrit en détail les procédés d'extraction et de coagulation du latex, procédés qui sont connus de toutes les personnes au courant de ce qui concerne la production du caoutchouc. Un seul ouvrier, opérant sur une centaine d'arbres, répartis à des distances variables, peut arriver à extraire 400 à 800 kilogrammes de caoutchouc, chiffre qui est relativement peu considérable et qui pourrait être beaucoup plus élevé dans une plantation bien organisée. Les conditions hygiéniques sont telles que la mortalité est très élevée. « La moitié du caoutchouc récolté appartient à l'ouvrier, mais on en déduit une portion en échange des avances faites. On en déduit une deuxième portion pour l'achat des vivres et des objets nécessaires à la vie, en vue d'un autre séjour dans la forêt marécageuse. Aussi, en dépit de leur paye, en apparence forte, les ouvriers en caoutchouc sont pauvres. » L'ouvrier se trouve donc exploité par le propriétaire de la forêt qui ne l'est pas moins, à son tour, par le courtier intermédiaire ou

Aviador; ce dernier verse lui-même des prix très élevés à l'armateur pour tous les objets qu'il lui achète et qui sont destinés aux ouvriers. Il en résulte que l'armateur seul réalise de sérieux bénéfices et, par suite de cette exploitation répétée, l'industriel européen n'obtient le caoutchouc de Para qu'à des prix relativement élevés.

Les primes accordées pour la création de plantations n'ont produit jusqu'ici que très peu d'effet, et le Brésil ne compte en ce moment encore qu'un petit nombre de plantations sérieuses. Nos colonies tropicales pourraient donc, avec profit et sans crainte d'une concurrence très prochaine, créer et développer des plantations de végétaux producteurs de caoutchouc. Des essais ont déjà été poursuivis dans cette voie, depuis plusieurs années, et de nombreuses plantations sont en voie de création dans nos diverses colonies. Nous regrettons seulement d'avoir à constater que ces entreprises agricoles ne reposent pas sur les essais préalables de culture et d'exploitation qui étaient nécessaires, et qu'une administration soucieuse de l'avenir économique de ces possessions aurait dû faire poursuivre depuis longtemps par les Services botaniques et agricoles de nos colonies.

Tout ce qui concerne l'existence de végétaux producteurs de caoutchouc étant de première importance, nous devons signaler en passant l'envoi qui nous a été fait, très récemment, par M. Vadon, chef de station du Congo français, d'un échantillon botanique de *Kickxia Gilleii* accompagné d'un peu de caoutchouc de bonne qualité. Il nous a paru intéressant de signaler ce fait en passant, car jusqu'ici les *Kickxia* rencontrés au Congo ne fournissaient qu'un produit adhérent et de très mauvaise qualité. L'échantillon a été recueilli sur la rive droite du Congo, un peu en amont de Brazzaville. En recherchant cet arbre au Congo, on trouvera peut-être le moyen d'augmenter la production de caoutchouc dans notre colonie, production qui s'est élevée seulement à 657.110 kilogrammes pour l'année 1899, alors que les exportations de caoutchouc de l'Etat indépendant (Congo belge) ont atteint 1.734.305 kilogrammes en 1898.

§ 8. — Réunions scientifiques

Réception en l'honneur du Professeur A. Agassiz. — M. le Professeur A. Agassiz, l'illustre océanographe américain, se trouvant récemment de passage à Paris pour quelques jours, la Société Zoologique de France avait pris l'initiative d'un banquet en son honneur. Ce banquet a eu lieu au restaurant Champeaux le 1^{er} février. Malgré le peu de temps dont avaient disposé les organisateurs, on peut dire que cette fête a parfaitement réussi, car, si les invités étaient peu nombreux, ils comptaient du moins parmi eux les notabilités du monde zoologique. Nous citerons : M. Edmond PERRIER, directeur du Muséum d'histoire naturelle ; MM. FILHOL et GIARD, membres de l'Institut ; MM. Y. DELAGE, CERTES et BOUVIER, anciens présidents de la Société Zoologique de France ; MM. R. BLANCHARD, SCHLUMBERGER, J. GUIART et NEVED-LEMAIRE, représentant le Bureau de cette même Société ; M. SCHLEICHER, éditeur ; M. BAUC, représentant le laboratoire de Géologie de la Sorbonne ; MM. BOUTAN, FRANÇOIS, HEROUARD, LABRÉ, RACOVITZA et ROBERT, représentant les différents laboratoires de Zoologie de la Sorbonne. M. le Professeur MUNIER-CHALMAS, M. le Professeur Ch. RICHTER, MM. TROUSSART et J. RICHARD s'étaient fait excuser.

¹ Au pays du caoutchouc, par Eugène Ackermann, ingénieur civil des mines. Bixheim, 1900.

² On trouvera un bon aperçu de cette réglementation dans le *Bulletin de la Société d'Etudes coloniales*, édité à Bruxelles (n° 11, novembre 1900).

LA FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE AU MOYEN DES PROCÉDÉS PAR CONTACT

Dobereiner a montré, en 1832, que, lorsqu'on fait passer sur de la mousse de platine humide un mélange de deux volumes de gaz sulfureux et d'un volume d'oxygène, il se forme de l'acide sulfurique.

Mais, avant lui, Pérégrine Philips, fabricant de vinaigre, à Bristol, avait pris, en 1831, un brevet sur la fabrication de l'acide sulfurique par l'intermédiaire de la mousse de platine : il brûle du soufre (ou des pyrites) dans un four spécial, mélange l'acide sulfureux obtenu avec de l'air, et fait passer le gaz dans des tubes de platine ou de porcelaine, contenant du fil ou de la mousse de platine, et maintenus à une certaine température. L'anhydride sulfurique résultant de la combinaison des deux gaz SO^2 et O , est condensé dans des chambres cylindriques de 30 pieds de haut sur 8 de large, recouvertes à l'intérieur de lames de plomb et remplies jusqu'au sommet de morceaux de quartz. A la partie supérieure de l'appareil, on fait couler de l'eau ou de l'acide sulfurique étendu, provenant d'une préparation antérieure, acide qui s'enrichit et se rassemble au fond, d'où il est de nouveau pompé à la partie supérieure de la chambre, jusqu'à ce qu'il possède la concentration voulue¹.

D'après des renseignements que nous devons à l'obligeance de M. Kolbe, directeur actuel des Établissements Kuhlmann, à Lille, Kuhlmann, vers 1833, aurait également entrepris des essais, dans son usine de Loos, en vue de préparer l'acide sulfurique par la combinaison du gaz sulfureux avec l'oxygène de l'air, par l'intermédiaire de l'éponge de platine. Ses essais eussent été satisfaisants, si l'éponge avait conservé « ses propriétés catalytiques » qui vont en s'atténuant avec le temps².

On a tenté de remplacer l'éponge de platine par d'autres substances de contact. C'est ainsi que Woehler et Mahla ont opéré avec des oxydes de cuivre, de fer et de chrome, et paraissent avoir obtenu de bons résultats avec les deux derniers

oxydes. Comme nous le verrons dans la suite, cette réaction a été reprise par le *Verein chemischer Fabriken* de Mannheim. De son côté, Plattner a choisi du quartz broyé, mais a dû y renoncer, par suite de la lenteur de la réaction. Magnus avait d'ailleurs observé, dès 1832, que le verre pulvérisé jouissait de la même propriété.

La question fut reprise, bien longtemps après, par M. Cl. Winckler, en Allemagne, et par MM. Messel et Squire, en Angleterre. Au lieu d'éponge de platine, le premier se servit d'amiante platiné, tandis que les seconds employèrent de la ponce platinée et aussi de l'asbeste platiné, sur lesquels ils faisaient arriver³ un mélange préalablement desséché de $\text{SO}^2 + \text{O}$, obtenu par la décomposition au rouge de l'acide sulfurique SO^4H^2 .

La fabrication de l'acide sulfurique fumant n'entra dans le domaine de la pratique qu'à partir du jour où la *Badische Anilin und Soda Fabrik*, avec les puissants moyens dont elle dispose, entreprit une étude minutieuse et systématique des conditions chimiques et physiques les plus favorables à la combinaison des gaz réagissants.

Ce procédé, tenu secret pendant longtemps, ne fut livré à la publicité qu'à la suite d'indiscrétions commises au préjudice de la Société, qui chercha ensuite à se protéger par la demande d'une série de brevets.

Avant d'aborder la description du procédé, qu'il nous soit permis de remercier publiquement la Société badoise en la personne de son directeur, M. le Dr Brunck, pour la gracieuseté avec laquelle elle a mis à notre disposition, non seulement des échantillons d'acides de teneurs diverses en anhydride, et un spécimen de la masse de contact qu'elle emploie, mais encore tous les documents et plans qui constituent l'originalité de son procédé.

La fabrication comporte trois opérations principales :

1° Traitement préliminaire du mélange des gaz à mettre en œuvre;

2° Réglage des conditions de température pendant la combinaison;

3° Disposition ou arrangement de la substance de contact, pour ne pas avoir une pression exagérée.

¹ Extrait d'une conférence faite à Nancy le 12 janvier. — Nous devons les figures qui illustrent cet article à l'obligeance de M. Auguin, directeur de la *Revue industrielle de l'Est*, où cette conférence est aussi publiée.

² *Liebig's Annalen*, 1832, t. IV, p. 171.

³ Cette tentative, connue seulement des industriels de l'époque, est néanmoins signalée : par Knapp, dans sa *Chimie technologique*, t. II, p. 399 (Darmstadt, 1870); par Lunge, dans son *Handbuch der Soda-Industrie*, t. I, p. 791 (Vieweg, Brunswick, 1893), et dans le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* de Laboulaye, 2^e édition.

⁴ Brevet allemand 4.566; Lunge, *Handbuch der Soda-Industrie*, 2^e édition, p. 863.

1. — TRAITEMENT PRÉLIMINAIRE DU MÉLANGE DES GAZ.

1. *Impuretés des gaz.* — On sait depuis longtemps que les gaz provenant du grillage des pyrites renferment, outre de petites quantités d'acide sulfurique et d'anhydride, d'autres impuretés parmi lesquelles nous signalerons le soufre, le fer, le manganèse, le cuivre, l'arsenic, l'antimoine, le phosphore, le mercure (déjà signalé par Berzélius en 1817, et Kuhlmann en 1863), le plomb, le zinc, le bismuth, le thallium, le sélénium et leurs composés.

Les effets de ces impuretés sont de différentes sortes : dans certains cas, l'acide SO_2H^2 peut attaquer le plomb et le fer des appareils, et gêner le mécanisme des opérations. Il entraîne de plus les poussières dans l'appareil catalytique, et encrasse par suite la substance de contact.

Parmi ces impuretés, on a reconnu que l'arsenic, le phosphore et le mercure avaient une influence particulièrement nuisible sur cette substance, et la mettaient hors d'usage au bout de peu de temps.

2. *Purification des gaz.* — Pour effectuer la purification, on lance un jet d'air ou de gaz déjà purifié, puis un jet de vapeur dans les gaz chauds, au moment de leur sortie des fours à pyrites. Cette opération a pour effet de brasser la masse gazeuse et d'assurer une combustion parfaite du soufre et de toute matière combustible.

L'injection de la vapeur en plusieurs fois a des effets très importants ; elle dilue l'acide sulfurique et empêche ainsi l'attaque de l'appareil réfrigérant (qui est en plomb ou en fer) ; elle s'oppose en outre à la formation de dépôts de la matière incrustante que l'acide sulfurique forme avec les poussières solides, lors du refroidissement des gaz non mélangés de vapeur. L'encrassement des conduites est ainsi évité, car les impuretés se rassemblent sous forme de boues faciles à enlever. Elle empêche enfin la formation d'hydrogène arsénié et d'hydrogène phosphoré volatils, qui peuvent résulter de l'attaque des parties métalliques par l'acide sulfurique concentré.

3. *Refroidissement graduel des gaz.* — Après ce traitement, les gaz traversent un tuyau en fer ou en briques dans lequel ils commencent à se refroidir, puis ils s'écoulent dans un système de tuyaux en plomb qui achèvent de les refroidir à 100° environ, et même au-dessous.

4. *Lavage.* — Ils traversent ensuite des tours d'arrosage ou barbotent dans une série de laveurs contenant soit de l'eau seulement, soit de l'eau aci-

dulée, soit enfin dans une solution de bisulfite de soude, pour de là se dessécher dans un appareil à acide sulfurique concentré ou dans tout autre système desséchant.

Pour construire les laveurs, il convient d'éviter l'emploi de matières qui soient susceptibles de produire, sous l'influence de l'acide sulfurique, des gaz comme l'hydrogène arsénié ou l'hydrogène phosphoré. Le lavage des gaz est enfin facilité par une aspiration convenable.

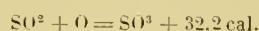
5. *Examen des gaz.* — Avant d'entrer dans l'appareil de contact, les gaz sont soumis : 1° à un essai optique ; 2° à une analyse chimique pour s'assurer de l'absence d'arsenic, de phosphore, de mercure, etc.

L'essai optique consiste à examiner une colonne de plusieurs mètres de long et éclairée à une de ses extrémités. Bien lavés, les gaz deviennent transparents et absolument exempts de brouillards.

L'examen chimique s'effectue en faisant barboter pendant vingt-quatre heures une dérivation des gaz épurés dans un flacon laveur renfermant de l'eau distillée ; on cherche ensuite, dans cette eau, les impuretés par les méthodes analytiques connues (appareil de Marsh).

II. — RÉGLAGE DES CONDITIONS DE TEMPÉRATURE PENDANT LA COMBINAISON.

On sait que la combinaison de l'acide sulfureux avec l'oxygène est une réaction exothermique, et que la chaleur dégagée est :



Mais la combinaison de ces gaz n'a lieu qu'à une température relativement élevée, en sorte qu'on doit chauffer préalablement les deux gaz, ou l'un d'eux au moins. Pendant la réaction, la chaleur dégagée s'ajoute à la chaleur primitive, en sorte que la température s'élève très haut, et atteint parfois le rouge blanc, si le mélange est très riche en gaz ou le courant assez rapide.

Cette énorme chaleur et cette température élevée nuisaient à la fabrication pratique de l'anhydride sulfurique. Les préjudices qui en résultent sont de diverse nature :

1° Les appareils en fer sont rapidement oxydés ;

2° L'action de la substance catalytique est affaiblie ;

3° La capacité de production des appareils s'en trouve amoindrie ;

4° Et, avant tout, la réaction, qui devait être presque quantitative, est beaucoup moins parfaite.

La surélévation de température est surtout nuisible si l'appareil est tel que les gaz contenant SO^1

quittent la substance catalytique au point le plus chaud. La réaction inverse de SO^3 en $\text{SO}^2 + \text{O}$ se produit d'autant plus facilement que la température est plus élevée, et celle-ci s'élève d'autant plus que la quantité de gaz qui passe par l'appareil catalytique est plus grande, ou que les gaz sont plus concentrés. Il en résulte que la conversion de $\text{SO}^2 + \text{O}$ en SO^3 est limitée par la réaction inverse, et les gaz, au sortir de l'appareil catalytique, renferment de l'acide sulfureux. Aussi, dans les procédés par contact employés jusqu'alors, on ne réalisait la combinaison en SO^3 que d'une partie du mélange de $\text{SO}^2 + \text{O}$. Une notable proportion des gaz réagissant non combinés était utilisée pour produire de l'acide sulfurique par le procédé des chambres, ou pour fabriquer du bisulfite de soude, etc...

On peut éviter cette dissociation partielle en refroidissant d'une manière régulière l'appareil, afin d'enlever tout excès de chaleur, en sorte que la température obtenue fournit des résultats quantitatifs, quelles que soient la quantité et la concentration des gaz employés. Après absorption du SO^3 formé, les gaz ne renferment plus que des traces de SO^2 et peuvent être déversés sans inconvénient dans l'atmosphère. Le rendement est en tous points comparable à celui obtenu dans les chambres. En outre, les appareils durent plus longtemps et travaillent mieux par suite de l'abaissement de température. Le refroidissement de l'appareil de contact a pour but de le maintenir dans la zone de température la plus favorable, et s'effectue à l'aide d'un courant de gaz dont on règle la température et la vitesse. On peut aussi refroidir à l'aide de bains de métaux en fusion, dont la température reste constante.

Lorsque les gaz que l'on veut traiter sont utilisés eux-mêmes pour le refroidissement de l'appareil, on en envoie une partie ou la totalité sur la surface extérieure de l'appareil, pour enlever l'excès de chaleur.

Les gaz qui quittent le milieu réfrigérant sont ensuite portés à la température la plus favorable à la marche de la réaction, avant d'être dirigés dans la masse de contact. Sur ce point, il faut tenir compte de la concentration des gaz.

Avant de passer en revue les différentes sortes d'appareils tels qu'ils sont décrits dans les brevets, nous allons donner un procédé de préparation de l'amianté platiné. On imbibe de l'amianté bien effiloché avec une solution de chlorure de platine rendue légèrement alcaline par l'addition de carbonate de soude, on ajoute du formiate de soude et on chauffe. Quand la réduction est terminée, on lave la masse jusqu'à ce qu'elle ne renferme plus de matières salines, et on sèche.

III. — DISPOSITION DES APPAREILS.

Dans la figure 1, M représente une pièce de maçonnerie ou un tuyau de fer dans lequel est placé le conduit R. Ce dernier est composé de deux parties *a* et *b*, destinées à différentes fonctions et pouvant posséder des diamètres et des longueurs différentes : une d'elles peut-être aussi remplacée par un certain nombre de conduits plus étroits. La partie *b* des conduits R reçoit la masse de contact refroidie par l'air froid entrant par *n* dans le tuyau extérieur. L'autre partie *a* du conduit R a pour but de porter le gaz contenant l'acide sulfureux et arri-

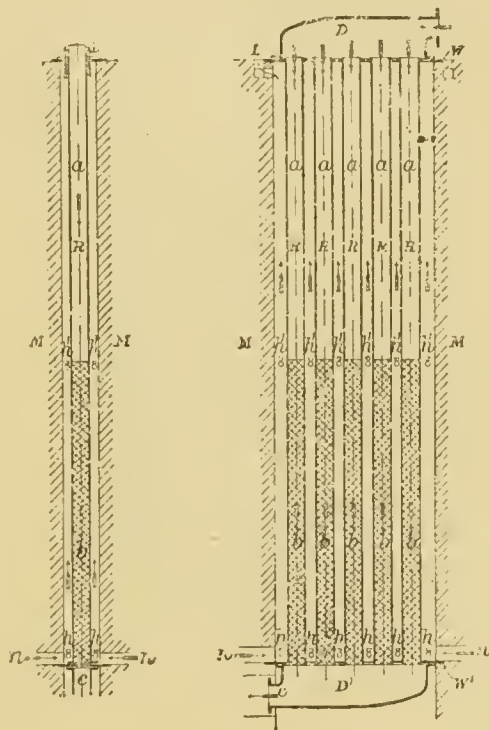


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. — Schéma d'un des conduits dans un appareil par contact. — M, pièce de maçonnerie ou tuyau de fer; R, conduit; *a*, partie où le gaz sulfureux se réchauffe; *b*, partie contenant la masse de contact; *hh'*, chauffage; *n*, arrivée de l'air froid; L, sortie de l'air; *c*, sortie de l'anhydride sulfurique.

Fig. 2. — Appareil par contact à plusieurs conduits. — Les lettres communes ont la même signification que dans la figure 1; DD', couvercles; WW', parois.

vant par D à la température nécessaire à la réaction.

Au commencement de l'opération, tout l'appareil est porté par le chauffage *hh'* (par exemple un chauffage à gaz) à la température nécessaire à la réaction. Cette dernière une fois commencée, on n'a plus besoin de chauffer si l'on travaille avec des gaz concentrés, parce que l'air, chauffé par la masse de contact, transporté en *a* est à une température suffisamment élevée pour empêcher la zone

de la réaction de reculer ou de s'éteindre. Par les ouvertures d'issue mobiles L, L, le courant d'air peut être réglé de manière à communiquer à la masse catalytique la température nécessaire à la réaction. Quand on travaille avec des gaz plus faibles, l'air qui s'échauffe en jouant le rôle de refroidissant, est chauffé en outre par le chauffage *hh'*, de manière à communiquer aussi aux gaz qui arrivent par *a* une température plus élevée. Si les gaz à travailler sont encore plus faibles, il peut devenir nécessaire de chauffer préalablement et d'une manière durable l'air arrivant en *n*, ce qu'on

tuyau S qui contient, entre les deux parois W, W', le conduit R (fig. 3 et 5). Pour la mise en marche, l'appareil est porté à la température de réaction par un chauffage, par exemple par celui indiqué par *h*, que les gaz chauffants peuvent quitter par les canaux L, L. Par les ouvertures E ou E', on laisse entrer le gaz à travailler, dont la température peut encore se régler par l'appareil de chauffage G, dans l'espace du tuyau S, où il refroidit la masse catalytique dans R : de là, le gaz se dirige par les ouvertures A et F vers D (fig. 3) ou bien par la voie de A et H dans l'espace D, où se fait le

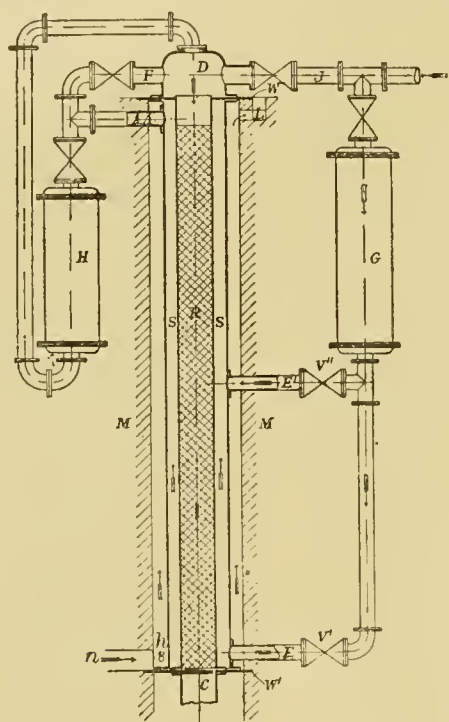


Fig. 3.

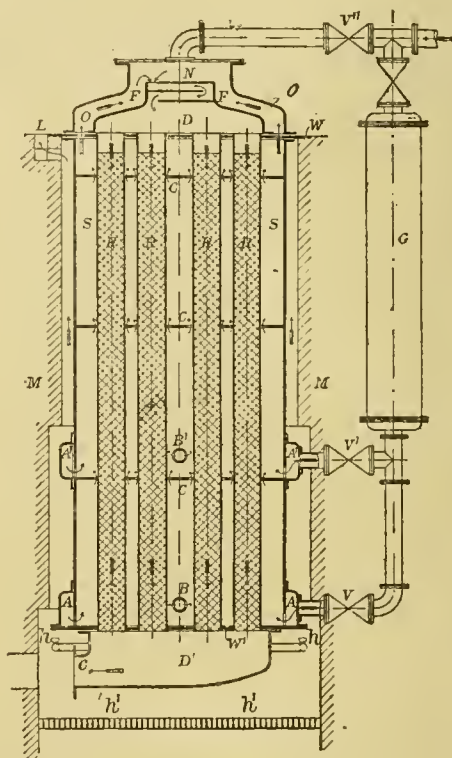


Fig. 4.

Fig. 3. — Autre disposition du conduit dans un appareil par contact. — EE', arrivée des gaz à travailler venant du réchauffeur G par les ventilateurs VV''; S, tuyau de passage des gaz à travailler, chauffé extérieurement par les gaz *h* qui quittent l'appareil en L; A, sortie des gaz; H, appareil de température; F, rentrée des gaz dans l'espace D, où ils se mélangent avec l'air ou les gaz venant de J; R, conduit renfermant la masse de contact; e, sortie de l'anhydride sulfurique.

Fig. 4. — Appareil de contact à plusieurs conduits. — AA', arrivée des gaz; BB', tuyaux traversant diamétralement l'appareil et facilitant la distribution du mélange gazeux; C, parois mitoyennes forçant les gaz à passer près des conduits R pour refroidir la masse catalytique; N, appareil mélangeur. Les autres lettres ont la même signification que précédemment.

peut faire par le chauffage *hh'* ou de toute autre manière.

Les gaz sortant de l'espace de contact *b*, et contenant l'anhydride sulfurique, quittent par le conduit *c* l'appareil catalytique pour le travail ultérieur. Dans la figure 2 est représenté un appareil avec un certain nombre de conduits de contact RR qui communiquent entre eux par les deux parois W, W' et les couvercles D D'.

Examinons une autre disposition d'appareils : Dans la pièce de maçonnerie M est installé le

mélange des gaz, et ensuite dans la masse catalytique du conduit R. Les gaz convertis partent de nouveau par *c*. Dans l'appareil H, la température du gaz peut se régler avant son entrée dans D.

Ces appareils peuvent être modifiés à leur tour, de manière à réunir un certain nombre de conduits R en un seul appareil. Parmi les diverses formes d'application, celle, par exemple, représentée par la figure 4, est très avantageuse en pratique.

On a trouvé, en effet, qu'en travaillant avec de gros appareils ayant un grand nombre de con-

duits, il est préférable de distribuer convenablement le courant gazeux dans le tuyau S. Ceci est fait d'abord par les chambres A, A', qui dirigent le gaz affluant vers l'appareil par toute l'enceinte du tuyau S, ensuite par les tuyaux B, B' qui traversent diamétralement l'appareil, et, en raison de la longueur des cordes des arcs correspondants, possèdent des trous latéraux de différentes dimensions, par lesquels le gaz subit une distribution homogène à l'intérieur même du corps de tuyau.

Pour que le gaz refroidissant puisse suivre la même direction durant son chemin ultérieur et

eviations des thermomètres se trouvant dans les différentes parties des appareils, notamment dans D et D', jusqu'à ce que les analyses du gaz entrant et sortant donnent les meilleurs résultats pratiques.

Les chambres de distribution du gaz A A' peuvent être étendues sur toute la surface du tuyau S, comme le montre la figure 6. La chaleur rayonnante de l'appareil lui-même peut alors servir à régler la température des gaz entrants.

Au lieu des gaz mêmes à travailler, on peut se servir d'air ou d'un autre gaz comme réfrigérant.

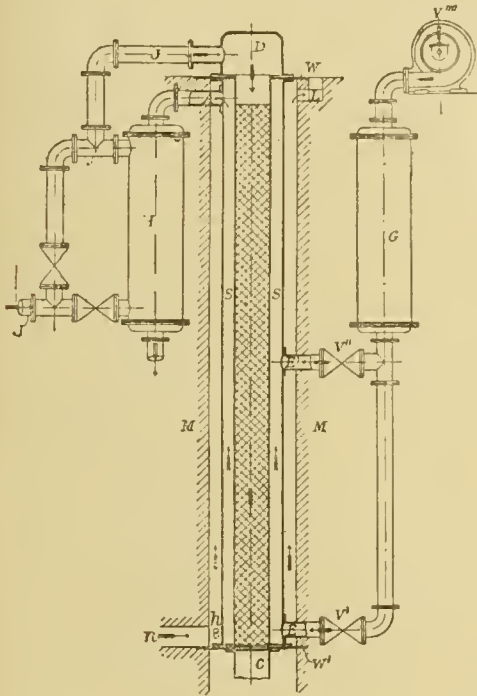


Fig. 5.

Fig. 5. — Appareil par contact dans lequel la masse catalytique est refroidie par un gaz autre que celui à travailler. — Mêmes lettres que précédemment. A, sortie du gaz étranger, qui peut communiquer sa chaleur dans H aux gaz à travailler.

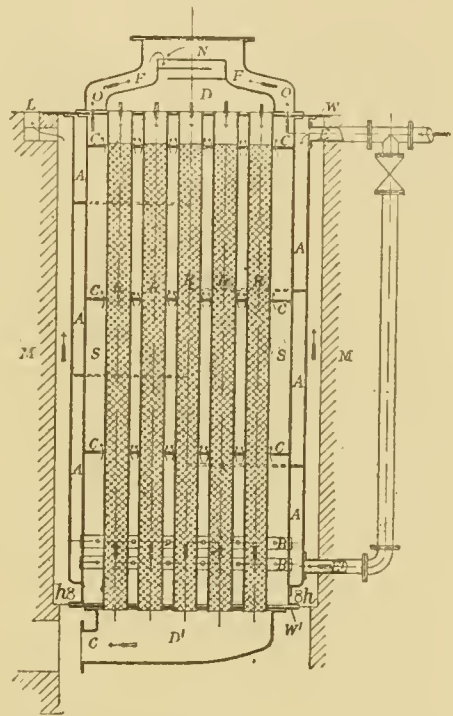


Fig. 6.

Fig. 6. — Autre disposition d'appareil par contact. — Les chambres de distribution A sont étendues à toute la surface du tuyau S. Mêmes lettres que précédemment.

passer en même temps le plus près de la masse catalytique à refroidir, on établit, à des distances pas trop éloignées, un certain nombre de parois mitoyennes C, C, qui se dressent dans S, de manière à laisser au courant gazeux un passage libre tout près des parois des conduits R R.

Il est encore avantageux de bien mélanger les gaz avant leur entrée dans la masse catalytique, afin d'en égaliser la température. L'appareil mélangeur N, établi au-dessus du couvercle D, sert à ce but en mélangeant convenablement le gaz arrivant de O, F et J pour se diriger vers D et R.

L'intensité et la température du courant réfrigérant sont convenablement réglées suivant les indi-

si, par exemple, on fait relier le courant réfrigérant (fig. 5) à l'aide d'un ventilateur V par G et E E', etc., vers S. Le courant gazeux refroidit alors le conduit R, et quitte le tuyau S par A, naturellement sans être ensuite dirigé vers D.

La chaleur accumulée dans l'air (gaz) sortant peut être évidemment utilisée, par exemple, en la transportant sur les gaz affluents à travailler à l'aide d'un appareil H approprié.

Dans les figures 7 et 8 se trouve une autre forme typique d'application de notre procédé. Elle sert surtout à travailler des gaz concentrés. Le gaz arrivant par E est dirigé par F F' vers la partie la plus chaude P de la masse catalytique dans R. La

partie relativement la plus froide arrive alors à l'endroit le plus chaud de la masse de contact et la refroidit énergiquement. Le courant réfrigérant peut quitter S soit par A ou A', ainsi que par B ou B', ou par B et B', pour être dirigé directement par O vers D ou par le réfrigérateur H vers D, ainsi que par O et H vers D avec une température réglée. On peut aussi diriger une partie du gaz à travailler directement par J vers D.

Les autres dispositions pour la distribution, la direction et le mélange du gaz, sont semblables à celles décrites dans l'exemple 2.

Ici encore, la distribution des courants gazeux

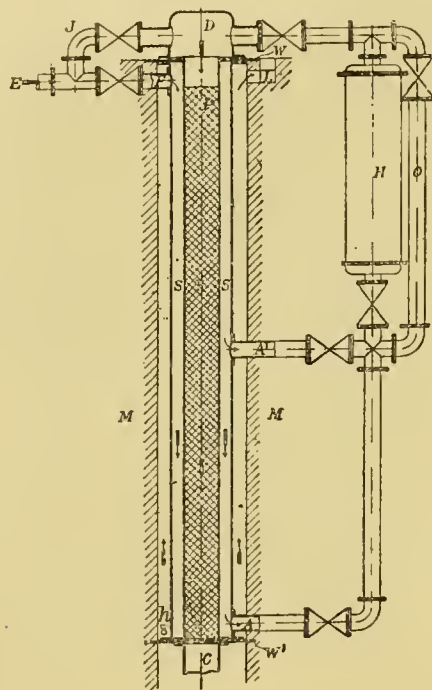


Fig. 7. — Schéma d'un conduit de l'appareil.

Fig. 7 et 8. — Appareil par contact pour travailler les gaz concentrés. — E, entrée des gaz; FF', arrivée des gaz vers la partie P la plus chaude de la masse de contact; S, tuyau de passage des gaz; AA', BB', sortie des gaz vers le tuyau O ou vers l'appareil réfrigérateur H; J, dérivation des gaz entrés par E allant directement vers l'espace D ou se fait le mélange avec les gaz ayant traversé l'appareil et venant de O. Les autres lettres ont la même signification que précédemment.

peut se régler suivant les analyses du gaz et les indications des thermomètres.

¶ Au lieu des gaz à travailler, on peut ici se servir également d'air ou d'un autre gaz comme réfrigérant, ce qui se recommande surtout quand on travaille avec des gaz fort concentrés, parce que le volume et la masse de ces derniers sont relativement petits, de sorte qu'ils ne peuvent pas suffire au refroidissement. Un appareil servant à ce but est représenté dans la figure 9. A l'aide d'un ventilateur V^{'''} actionné électriquement, le courant d'air (ou gazeux) réfrigérant est soufflé sur la partie la plus chaude P de la masse catalytique, passe par S, où il refroidit la masse de contact et quitte l'appareil

par A ou A', etc. La chaleur qu'il emporte peut être utilisée d'une manière quelconque, par exemple en s'en servant pour chauffer préalablement, dans l'appareil de chauffage H, les gaz à travailler introduits par F, au point d'empêcher le recul de la zone de réaction P.

Dans une pièce de maçonnerie ou dans un tuyau M (fig. 10 et 11) sont établis, dans une paroi W, un seul ou plusieurs conduits S S S, entre lesquels se dressent un seul ou plusieurs conduits R R R, également établis dans une paroi W. Si l'appareil est construit avec plusieurs conduits (fig. 11), les conduits S sont séparés de ceux dési-

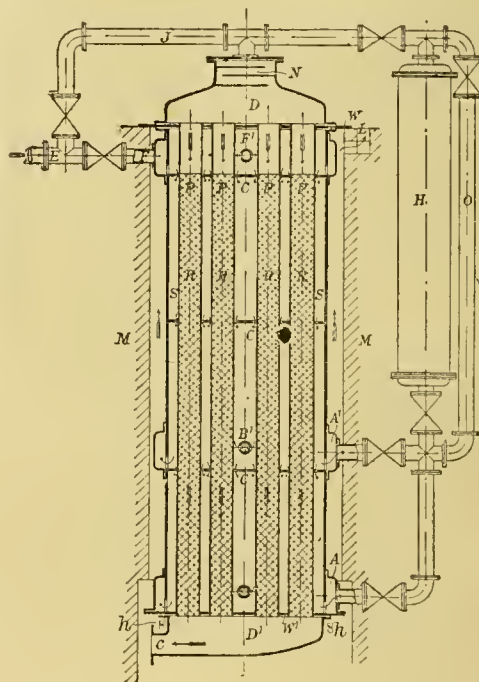


Fig. 8. — Appareil à plusieurs conduits.

gnés par R par un réservoir K (en forme de caisson), dont l'intérieur est destiné à distribuer les gaz affluents. Ces derniers passent entre les conduits H et S, et refroidissent la masse catalytique dans R. Suivant la concentration des gaz, les conduits peuvent être chauffés par le chauffage h ou refroidis par un courant d'air réglable dans L. Les gaz convertis quittent l'appareil par D et c. Pour la mise en pratique, les dimensions indiquées dans les figures sont à recommander. Néanmoins, les diamètres (ainsi que la longueur des conduits) peuvent subir des variations dans de vastes limites.

On a décrit, dans les exemples précédents, plusieurs formes d'application du nouveau procédé.

Nous voulons encore montrer, dans un exemple concret, comment il faut opérer pour arriver au résultat le plus favorable possible.

Dans ce but, nous admettons le cas concret où il faudrait travailler un mélange gazeux contenant environ 12 % en volume d'acide sulfureux et la même quantité d'oxygène.

On chauffe d'abord l'appareil par le chauffage *h* (par exemple le chauffage à gaz fig. 4) jusqu'à ce qu'un thermomètre dans le couvercle de dessus *D* marque la température d'environ 300° C., après quoi on fait entrer tout le courant gazeux par *A* dans l'appareil. En dosant par des analyses consécutives l'acide sulfureux des gaz entrants et sor-

concret, la transformation est de 96 — 98 % de la possibilité théorique, ce qui équivaut à une production de 48-50 kilos de SO^3 en 24 heures : elle peut monter à 99 % si l'on charge moins l'appareil, de manière à prolonger le contact entre le gaz et la masse catalytique.

Un dernier perfectionnement introduit par la Société badoise consiste à éviter l'excès de pression nécessaire, dans les appareils précédents, pour forcer les gaz à circuler à travers la masse de contact. Dans ces appareils, on place l'amianté platiné dans des tubes plats; aussi faut-il, pour forcer les

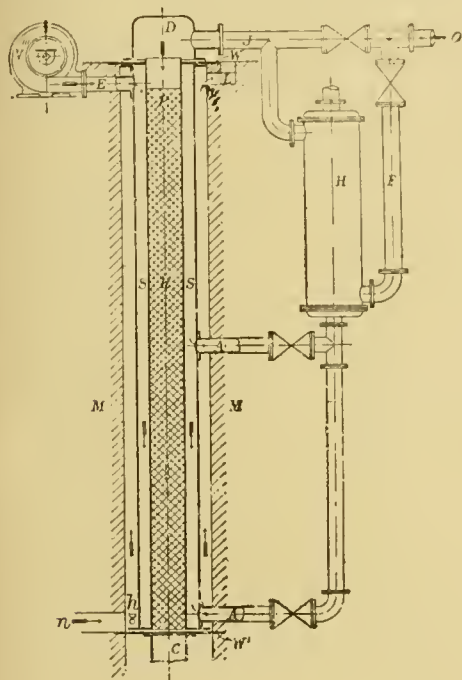


Fig. 9. — Appareil par contact pour les gaz concentrés dans lequel la masse catalytique est refroidie par un gaz autre que le gaz à travailler. — E, arrivée du gaz étranger envoyé par le ventilateur V''' ; AV' , sortie de ce gaz qui peut céder sa chaleur en II aux gaz à travailler. Mêmes lettres que précédemment.

tants, on constate l'effet pratique des conditions données, et l'on règle en conséquence la température à l'intérieur de l'appareil de contact. On y arrive en orientant l'intensité et la température du courant réfrigérant à l'aide des soupapes V, V' et V'' , et, si cela est nécessaire, du chauffeur *G*, de manière à amener la transformation la plus favorable de SO^2 en SO^3 .

Dans le cas admis ci-dessus, on y parvient en faisant entrer dans *D* environ deux tiers du courant gazeux total par *A* et un tiers par V'' (fig. 4). La température dans *D*, égalisée par le mélangeur *N*, est alors d'environ 380° C, tandis que le thermomètre dans *D'* marque 234° C (fig. 4). Dans ce cas

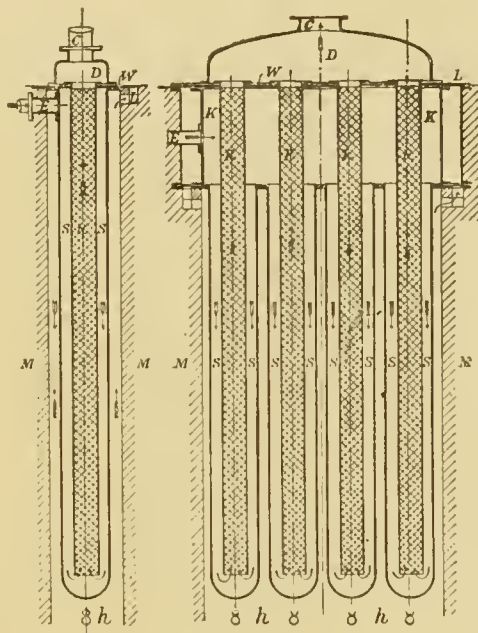


Fig. 10. — Appareil à un seul conduit. Fig. 11. — Appareil à plusieurs conduits.

Fig. 10 et 11. — Autre dispositif d'appareil par contact. — Mêmes lettres que précédemment. *K*, réservoir en forme de caisson facilitant la distribution des gaz affluents.

gaz à les traverser, une si forte pression que l'on doit recourir à une pompe. En outre, il est dit aussi que sous pression les gaz se combinent mieux, et les brevets qui précèdent sont libellés dans ce sens. Mais la Société a trouvé que l'avantage obtenu en travaillant sous pression est plus que compensé par l'augmentation des dépenses. Elle a cherché à ne pas dépasser la pression atmosphérique et, grâce au moyen qu'elle a employé, toute pression disparaît dans les tubes de contact et, par suite, les frais de compression sont réduits au minimum.

En se reportant aux figures 12 et 13 qui accompagnent le brevet, on voit que les tubes *R*, qui renferment la substance de contact, sont divisés en un grand nombre de compartiments, à l'aide de plaques perforées ou tamis. Sur chaque plaque on met la

substance de contact, de manière à recouvrir les trous ou les mailles, et sur la partie annulaire entre le tube et le bord de la plaque. Le principe de l'appareil est tel que la pression exercée sur une couche de substance catalytique ne se transmet pas aux suivantes et, de plus, les couches sont disposées de telle manière que les gaz doivent passer forcément à travers la masse de contact.

Une tringle de fer *a* est fixée dans la partie D' et passe au milieu du tube R. On enfle un tube court *b* sur lequel repose une première couche de subs-

Fig. 12.

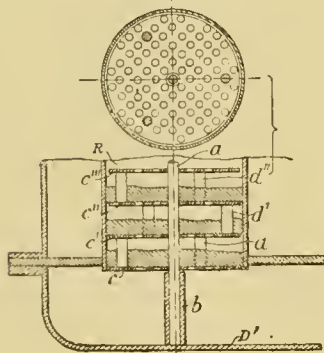
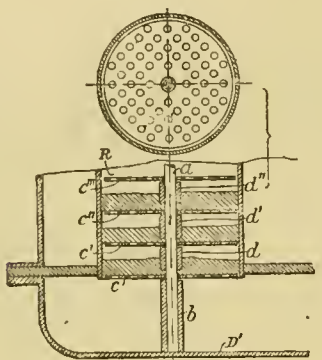


Fig. 13.

Fig. 12 et 13. — *Disposition intérieure des tubes renfermant la substance de contact.* — *a*, tringle de fer, fixée sur le fond D'; *b*, tube court portant une première plaque perforée *c*, recouverte de la substance. *dd'd''*, tubes annulaires ou trépiéds supportant les plaques suivantes *c'c''c'''*.

tance de contact disposée sur une plaque perforée ou grille, qui est recouverte conformément aux indications précédentes. Sur cette plaque, on met un collier ou un tube court *d*, puis une autre plaque perforée et ainsi de suite. La pression supportée par la couche de substance catalytique se transmet aux plaques, et de celles-ci aux tubes, et la substance catalytique en est soulagée d'autant.

Cette disposition des couches offre de plus en plus l'avantage de mélanger à chaque fois les gaz, en sorte que leur température s'égalise et que l'effet réfrigérant décrit dans les brevets précédents est augmenté. D'autres moyens peuvent être employés,

mais le principe établi est le même. On peut se servir, comme l'indique la figure 13, des trépiéds (*d, d', d''*) pour soutenir les plaques, au lieu de la tringle centrale et des petits colliers comme dans la figure 12.

Pour éviter l'agglomération de la substance catalytique et, par suite, l'augmentation de pression, il importe avant tout, quel que soit le procédé employé, de ne pas empêcher le refroidissement régulier, qui est une des causes de réussite.

Dans ce qui précède, nous avons cru devoir donner dans leur texte intégral l'ensemble des brevets qu'a pris la Société badoise pour cette nouvelle fabrication. Nous ne nous dissimulons cependant pas qu'il n'est pas aisé de discerner exactement le dispositif qu'elle emploie en réalité; l'essentiel pour nous est de savoir les principes sur lesquels repose le nouveau procédé.

En résumé, les points importants à retenir sont les suivants :

1° Préparation de la masse de contact qui paraît être de l'amianté platiné; 2° purification rigoureuse des gaz réagissants; 3° maintien de la température de ces gaz à l'intérieur des chambres, de telle façon qu'elle soit intermédiaire entre la température nécessaire à la formation de l'anhydride sulfurique, et celle à laquelle ce corps se dissocie.

D'autres brevets ont été pris pour la fabrication de l'acide sulfurique par la méthode de contact, mais, à part ceux pris par la Compagnie parisienne de couleurs d'aniline (brevet français 275.927 et brevets allemands et anglais), aucun de ces procédés ne semble encore être en mesure de rivaliser avec celui que nous venons de décrire.

On a cherché à utiliser d'autres substances de contact, comme le peroxyde de fer, provenant du grillage des pyrites, ou le sesquioxyde de chrome. (Voir brevet français 280.393; brevet anglais, n° 17.266; brevets allemands, 107.995, 108.416, de la Verein Chemischer Fabriken, à Mannheim.)

IV. — AVENIR DE L'INDUSTRIE DE L'ACIDE SULFURIQUE.

Nous avons successivement passé en revue les différents procédés employés pour la fabrication de l'acide sulfurique. Essayons maintenant de nous faire une idée de la situation respective de chacun d'eux, et de l'avenir qui leur est réservé.

L'ancien procédé de distillation des sulfates de fer, le seul qui fut pendant longtemps en état de fournir de l'acide fumant « dit de Nordhausen », malgré les services rendus, semble destiné à disparaître devant son nouveau rival, le procédé par contact.

D'après Winckler, cet acide coûtait en Bohême, lieu de fabrication d'alors, en 1792, 50 florins le

quintal de 50 kilos, et en 1873, 10 florins. On en produisait en 1832 environ 1.700 quintaux, en 1846, 50.000 quintaux, et en 1873, 66.000 quintaux.

Selon M. G. Hattensaur (Catalogue des produits chimiques de la Section autrichienne), J.-D. Starck paraît avoir à lui seul livré au commerce en 1838, 19.260 quintaux d'acide fumant et 5.000 quintaux de caput mortuum; en 1872, ses usines produisirent encore 34.410 quintaux du même acide, avec 19.732 quintaux de peroxyde de fer (caput mortuum).

En 1873, 120 fourneaux étaient encore en marche, mais, devant la concurrence menaçante du procédé par contact, introduit d'abord à Freiberg en Saxe, par M. C. Winckler, la fabrication de cet article diminua tellement qu'en 1893 il n'y avait plus que 15 à 16 fourneaux qui fonctionnaient sur les 120.

Les progrès réalisés dans la fabrication de l'acide sulfurique par les chambres de plomb ne sont pas moins suggestifs.

Au début, alors qu'on préparait l'acide sans salpêtre, par la combustion du soufre en présence de la vapeur d'eau, 1 kilo de cet acide revenait à 112 francs; ce prix tomba en 1740 à 5 fr. 75 quand on se servit de salpêtre, à 0 fr. 80 en 1797, à 0 fr. 54 en 1799 et actuellement à 0 fr. 04 et moins le kilo.

Il serait d'autre part difficile de se faire une idée, même approximative, de la production actuelle dans les différents pays, comme il serait non moins difficile de savoir quel sort est réservé à ce procédé plus que séculaire.

Dans le brevet de la Société Badoise, nous relevons la phrase suivante : « Les acides au-dessous de 50° B. peuvent être préparés, par notre procédé, au moins aussi économiquement que par l'ancien. Tous les acides plus concentrés peuvent être préparés à bien meilleur compte, et l'économie sur l'ancien système est d'autant plus grande qu'il s'agit d'acides plus concentrés. »

Il semble donc, d'après cela, que si le problème économique de l'obtention des acides concentrés par le procédé par contact est résolu, il reste encore quelque espoir pour la fabrication de l'acide à 50°, c'est-à-dire de celui que fournissent directement

les chambres de plomb, acide qui trouve son utilisation dans la fabrication des superphosphates.

Quoi qu'il en soit, l'acide préparé par la méthode de contact, outre les nombreux avantages que je viens d'énumérer, possède encore l'inappréciable mérite d'être d'une grande pureté et de ne pas renfermer d'arsenic. D'autre part, les frais d'établissement du nouveau procédé sont de beaucoup inférieurs à ceux qu'exige le système des chambres de plomb et représentent, d'après la Société Badoise, les deux tiers du prix d'une installation de même puissance travaillant avec ce dernier système.

L'obtention des acides fumants à divers états de concentration en a naturellement étendu l'emploi. Indépendamment de son utilisation pour la préparation de l'acide à 66° et même d'acide plus étendu pour accumulateurs, emploi auquel il se prête admirablement en raison de l'absence de produits nitreux, l'acide par contact sert à la sulfonation des colorants et des matières premières pour colorants ou autres produits organiques, à la concentration des mélanges résiduels d'acide azotique et d'acide sulfurique provenant de la fabrication des nitro-celluloses, etc. Mais une de ses applications les plus ingénieuses, à l'heure actuelle, est son emploi comme oxydant de la naphthaline pour la préparation de l'anhydride phtalique, matière première d'une des synthèses industrielles de l'indigo.

Quel que soit l'avenir réservé à ce procédé, il constitue une des étapes les plus intéressantes du chemin parcouru par la science appliquée à l'industrie, durant le siècle qui vient de s'écouler. Il montre, et c'est là ma conclusion, que, dans l'avenir, le chimiste, qu'il ait à s'occuper de science pure ou de ses applications, sera tenu d'être familiarisé, non seulement avec toutes les méthodes ordinaires d'analyse et de synthèse de nos laboratoires, mais qu'il devra posséder à fond toutes les questions de Chimie physique, car elles sont appelées à jouer un rôle de plus en plus important dans l'étude des phénomènes de la Nature.

A. Haller.

Membre de l'Institut,
Professeur de Chimie organique à la Sorbonne.

PROBLÈMES MATHÉMATIQUES

Quels seront les buts particuliers auxquels tendront les principaux génies mathématiques des générations à venir? Quelles nouvelles méthodes et quels nouveaux faits restent à découvrir, dans le riche et large champ de la pensée mathématique?

L'histoire de la Science nous enseigne la continuité de son développement. Nous savons que chaque époque a ses problèmes propres, que l'époque suivante résout ou laisse de côté comme stériles pour les remplacer par d'autres. Si nous voulons nous faire une idée du développement probable du savoir mathématique dans les temps qui vont nous suivre immédiatement, il nous faut passer en revue les questions que se pose la Science présente et dont elle attend la solution de l'avenir.

Il est difficile et souvent impossible de préjuger exactement la valeur d'un problème; cette valeur se décide, en fin de compte, par le gain qu'il procure à la Science. Nous pouvons cependant nous demander s'il existe des signes généraux capables de nous faire reconnaître les problèmes utiles.

Un tel problème doit tout d'abord être bien défini; son sens et sa portée doivent être faciles à saisir. Puis, il faut qu'un problème mathématique soit difficile, afin de nous attirer, mais non complètement inabordable, pour ne pas déjouer tous nos efforts.

Les mathématiciens des siècles passés avaient l'habitude de s'adonner avec un zèle passionné à la solution de quelques problèmes difficiles. Je rappellerai, à cet égard, le problème posé par Jean Bernoulli, de la *ligne de plus courte descente*. L'expérience montre, dit Bernoulli en publiant l'énoncé de ce problème, que rien n'excite plus les grands esprits à travailler pour l'augmentation du savoir, que les problèmes difficiles et en même temps utiles qu'on leur propose; aussi, espère-t-il mériter la reconnaissance du monde mathématique en posant, à l'exemple d'hommes comme Mersenne, Pascal, Fermat, Viviani, une question aux analystes, pour leur permettre de juger de l'excellence de leurs méthodes et de mesurer leurs forces. C'est à ce problème de Bernoulli et à d'autres semblables que le Calcul des Variations doit son origine.

De même, le problème bien connu de Fermat sur l'équation $x^n + y^n = z^n$ nous offre un exemple frappant de l'action qu'un problème très spécial et, en apparence, peu important peut exercer sur la marche de la Science. C'est le problème de Fermat qui a suggéré à Kummer l'introduction des idéaux et la décomposition des nombres d'un corps issu de la division du cercle en idéaux premiers, pro-

position qui, étendue à tous les corps algébriques, a pris place au centre même de la Théorie des Nombres moderne et dont la signification s'étend, bien au delà des frontières de la Théorie des Nombres, au domaine de l'Algèbre et de la Théorie des Fonctions.

Pour parler d'un tout autre domaine de recherches, je rappellerai le *problème des trois corps*. M. H. Poincaré a entrepris de traiter à nouveau cette difficile question et d'approcher d'avantage de la solution, et c'est à cette circonstance que nous devons les méthodes si fécondes et les principes à si haute portée dont ce savant a enrichi la Mécanique Céleste¹.

Je dirai un mot des conditions qu'il est légitime d'imposer à la solution d'un problème mathématique : parmi ces conditions, j'ai, avant tout, en vue celle qui consiste à répondre à la question par un nombre fini de raisonnements fondés sur un nombre fini d'hypothèses venant de la position même du problème et que l'on doit toujours formuler exactement. Cette exigence de la déduction logique par un nombre fini de conclusions n'est autre que l'exigence de la rigueur dans la démonstration. C'est, d'ailleurs, une erreur de croire que cette rigueur soit l'ennemie de la simplicité. De nombreux exemples nous montrent, au contraire, la méthode rigoureuse comme étant en même temps la plus simple et la plus aisée à saisir. En même temps, le souci de la rigueur ouvre la voie à des méthodes plus susceptibles de développement que les anciennes. C'est ce qui est arrivé pour la théorie des courbes algébriques (par l'application de la Théorie des Fonctions) et surtout pour le Calcul des Variations.

D'autre part, en posant la rigueur de démonstration comme condition d'une solution parfaite, je suis en même temps opposé à cette idée que les notions de l'Analyse, — ou mieux encore celles de l'Arithmétique — soient seules susceptibles d'un traitement entièrement rigoureux. Cette opinion, qui a trouvé parfois les représentants les plus autorisés, je la tiens pour complètement erronée : une interprétation aussi étroite de la nécessité de la rigueur nous conduirait à l'ignorance de toutes les notions issues de la Géométrie, de la Mécanique et de la Physique, à l'interruption de tout apport de nouveaux matériaux fournis par le monde extérieur, et même, finalement, au rejet des notions du continu et du nombre irrationnel. Mais, quel nerf

¹ Voyez l'article de M. Poincaré dans la *Revue* du 15 janvier 1891, t. II, p. 1 et suiv.

vital serait enlevé aux Mathématiques si l'on retranchait la Géométrie ou la Physique mathématique ! Je pense, au contraire, que partout où, soit la Géométrie, soit les Théories de la Philosophie naturelle, introduisent des concepts mathématiques, il incombe aux Mathématiques d'éclaircir les principes qui sont à la base de ces concepts et de faire reposer ces principes sur un système simple et complet d'axiomes, de telle sorte que ni par leur précision, ni par la manière dont ils se prêtent à la déduction, les nouveaux concepts ne le cèdent en rien aux anciennes notions arithmétiques.

J'ajouterai quelques remarques sur les difficultés que peuvent offrir les problèmes mathématiques et la manière dont nous surmontons ces difficultés.

Lorsque la réponse à une question quelconque persiste à nous échapper, la raison en est souvent que nous n'avons point reconnu le point de vue général d'où le problème proposé apparaît comme appartenant à une chaîne de problèmes de la même famille et où il suffit de se placer pour simplifier la solution de tous ces problèmes. On peut prendre comme exemple l'introduction des intégrales prises suivant des chemins imaginaires dans la Théorie des intégrales définies par Cauchy, et celle des idéaux dans la Théorie des Nombres, par Kummer.

Un rôle plus important encore est, à mon sens, dévolu, dans la recherche des problèmes, à la spécialisation. Dans la plupart des cas peut-être, où l'on cherche en vain la solution d'une question, cet insuccès provient de ce que des problèmes plus simples et plus faciles que celui qu'on se propose n'ont pas encore été ou ont été imparfaitement éclaircis. On est donc conduit à trouver quels sont ces problèmes plus faciles et à les résoudre par les méthodes les plus parfaites possible et les plus susceptibles de généralisation.

Il arrive, parfois, que l'on cherche la réponse à l'aide d'hypothèses insuffisantes ou dans un sens erroné et que l'on n'arrive pas au but par suite de cette circonstance. Alors se pose la question de prouver l'impossibilité de la solution avec les hypothèses données et dans le sens demandé. C'est ainsi que d'antiques et difficiles problèmes : — démonstration de l'axiome des parallèles; quadrature du cercle; résolution par radicaux des équations du 5^e degré — ont reçu, quoique dans un sens différent de celui que l'on avait eu en vue primitivement, une solution complètement satisfaisante et rigoureuse.

Ce fait remarquable est une des raisons qui font naître en nous une conviction, partagée certainement par tout mathématicien, mais que personne, jusqu'à présent, du moins, n'a étayée sur une démonstration : je veux parler de la conviction que toute question mathématique précise est susceptible

d'être élucidée rigoureusement, soit qu'on arrive à donner la solution de la question posée, soit qu'on arrive à démontrer l'impossibilité de cette solution. *Il n'y a pas d'« ignorabimus » en Mathématiques.*

Intinie est la multiplicité des problèmes qui se posent. Que l'on me permette de donner, comme échantillons, un certain nombre de problèmes empruntés aux différentes disciplines des Mathématiques et qui paraissent propres à faire avancer la Science.

I. — PROBLÈMES RELATIFS AUX NOTIONS FONDAMENTALES.

§ 1. — Problème de Cantor sur la puissance du continu.

Deux systèmes, autrement dit deux ensembles de nombres réels ordinaires (ou de points), sont dits, d'après Cantor, *équivalents* ou de *même puissance*, lorsqu'on peut établir entre eux une relation telle qu'à chaque nombre du premier ensemble en corresponde un et un seul du second. Les recherches de Cantor sur de tels ensembles de points rendent très vraisemblable une proposition dont cependant la démonstration n'a pu être obtenue, en dépit d'efforts les plus persévérants, et qui s'énonce ainsi :

Tout système de quantités réelles en nombre infini, c'est-à-dire tout ensemble infini de nombres (ou de points), est équivalent soit à l'ensemble des entiers naturels 1, 2, 3, ..., soit à l'ensemble de tous les nombres réels et, par conséquent, au continu, c'est-à-dire à l'ensemble formé par les points d'un segment; au sens de l'équivalence, il n'y a, d'après cela, que deux ensembles de nombres : l'ensemble numérable et le continu.

De cette proposition résulterait encore que le continu est la première puissance après celle des ensembles numérables; sa démonstration jetterait donc un pont entre l'ensemble numérable et le continu.

Rappelons encore une autre assertion très remarquable de Cantor, en rapport étroit avec la proposition précédente et qui fournirait peut-être la clef de la démonstration demandée. Un système de nombres est dit *ordonné* lorsque, de deux nombres quelconques du système, il est spécifié lequel est l'*antérieur* et lequel le *postérieur*, cette spécification étant telle que si a est antérieur à b et b à c , a est aussi forcément antérieur à c . L'ordre naturel des nombres d'un système est celui dans lequel le plus petit est qualifié d'antérieur, le plus grand de postérieur; mais il existe évidemment une infinité d'autres ordres possibles pour un système quelconque.

Un ordre déterminé quelconque assigné à un

système de nombres permet évidemment d'ordonner tout système partiel extrait du premier. Cantor considère alors en particulier les ensembles qu'il appelle *bien ordonnés*, caractérisés par cette circonstance que non seulement l'ensemble lui-même, mais chacune de ses parties renferme un nombre antérieur à tous les autres. Le système des nombres entiers dans leur ordre naturel est manifestement bien ordonné. Par contre, le continu dans son ordre naturel n'est pas bien ordonné : car, si nous en extrayons un ensemble partiel composé de tous les points d'un segment de droite à l'exception du point initial, cet ensemble partiel n'aura pas de premier élément. La question se pose alors de savoir si l'ensemble de tous les nombres ne se laisserait pas ordonner d'une autre façon, de manière que chaque partie de l'ensemble ait un premier élément, c'est-à-dire si le continu peut être envisagé comme un ensemble bien ordonné. Cantor croit à une réponse affirmative. Il me semble hautement désirable d'obtenir une démonstration directe de cette vue de Cantor, par exemple en indiquant un ordre qui possède la propriété indiquée.

§ 2. — Axiomes de l'Arithmétique.

Lorsqu'on veut approfondir les principes d'une Science, on a à constituer un système d'axiomes représentant exactement et complètement toutes les relations qui existent entre les notions élémentaires de cette Science. Les axiomes ainsi constitués sont en même temps les définitions de ces notions élémentaires, et une proposition quelconque appartenant au domaine de la Science actuellement examinée n'est valable qu'autant qu'elle dérive, par des raisonnements en nombre fini, du système des axiomes. On doit ensuite se demander *si quelques-uns de ces axiomes ne se commandent pas mutuellement, ou si ces axiomes ne renferment pas de parties communes qu'il faut laisser de côté si l'on veut obtenir un système d'axiomes indépendants.*

Mais, avant toute autre question relative aux axiomes, je voudrais signaler, comme la plus importante, celle qui consiste à *montrer que ceux-ci sont compatibles entre eux, c'est-à-dire qu'on ne peut fonder sur eux aucun système de conclusions logiques en nombre fini conduisant à des résultats contradictoires.*

En Géométrie, cette preuve se fait par la construction d'un système de nombres, tels qu'aux axiomes géométriques correspondent des relations analogues entre ces nombres et que, par conséquent, toute contradiction entre ceux-là se montrerait également dans celles-ci; autrement dit, en ramenant la compatibilité des axiomes géométriques à celle des axiomes arithmétiques. Mais, pour ces derniers, la démonstration devra se faire par une voie directe.

Je suis convaincu que l'on doit arriver à cette démonstration en modifiant d'une manière convenable les méthodes usitées dans la théorie des nombres irrationnels.

Les axiomes de l'Arithmétique ne sont au fond autres que les lois connues du calcul, avec addition de l'axiome de continuité. Je les ai énoncés récemment¹, en remplaçant l'axiome de continuité par deux autres plus simples, qui sont l'axiome connu d'Archimède et un axiome (axiome d'intégrité) d'après lequel les nombres forment un système d'objets auquel on ne pourrait rien ajouter en conservant tous les autres axiomes.

La preuve de la compatibilité des axiomes arithmétiques n'est autre que celle de l'existence mathématique du continu. Elle enlèverait tout fondement aux objections qui ont quelquefois été formulées contre l'existence du système des nombres réels. Celui-ci serait alors envisagé, non comme l'ensemble de toutes les fractions décimales (ou l'ensemble de toutes les lois de formation de séries fondamentales), mais comme un ensemble d'objets régis par les axiomes précédemment constitués et entre lesquels sont vraies toutes les propositions, et celles-là seulement qui sont (par des déductions en nombre fini) conséquences de ces axiomes. Je suis persuadé qu'on montrerait de même l'existence (au sens que je viens d'indiquer) des ensembles cantorien de puissance supérieure. Par contre, pour l'ensemble de toutes les puissances (ou des alephs cantorien), on peut démontrer qu'on ne saurait constituer un système d'axiomes compatibles (à mon sens), de sorte qu'on ne doit pas, d'après ma définition, considérer cet ensemble comme une idée ayant une existence mathématique.

§ 3. — Etude mathématique des axiomes de la Physique.

Les recherches faites sur les principes de la Géométrie nous conduisent à essayer de traiter sur le même modèle les théories physiques où les Mathématiques jouent déjà un rôle : celles-ci sont tout d'abord le *Calcul des Probabilités* et la *Mécanique*.

En ce qui concerne les axiomes du Calcul des Probabilités, il me paraît désirable de joindre à leur étude logique un développement rigoureux et satisfaisant de la méthode des moyennes en Physique mathématique, spécialement en Théorie cinétique des gaz.

Relativement aux principes de la Mécanique, il a été fait d'importants travaux du côté des physiciens : j'ai en vue les écrits de MM. Mach, Hertz,

¹ *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker Vereinigung*, vol. VIII, 1900, p. 180.

Boltzmann, Volkmann. Il serait donc très désirable de voir une tâche analogue entreprise aussi par des mathématiciens. Il serait, par exemple, intéressant d'établir d'une manière rigoureuse les passages à la limite qui, dans le livre de M. Boltzmann, conduisent de la conception atomistique au mouvement des corps continus.

Pour constituer les axiomes de la Physique sur le modèle de ceux de la Géométrie, nous essaierons d'embrasser, par un petit nombre d'axiomes, une classe aussi générale que possible de phénomènes physiques, puis d'arriver aux théories spéciales par adjonctions successives de nouveaux axiomes.

De plus, une tâche revient aux mathématiciens : celle de vérifier exactement, dans chaque cas, si le nouvel axiome ajouté n'est pas en contradiction avec les précédents. Le physicien se voit souvent forcé, par les résultats de ses expériences, de faire, *au cours même de la théorie*, de nouvelles hypothèses, en se fiant, relativement à leur compatibilité, à ses expériences mêmes et à un certain sens physique : c'est cette marche qui est logiquement inacceptable.

II. — PROBLÈMES EMPRUNTÉS A L'ARITHMÉTIQUE ET A L'ALGÈBRE.

Après avoir, dans ce qui précède, envisagé quelques questions relatives aux principes des différentes branches des Mathématiques, nous allons passer à des problèmes plus spéciaux empruntés à ces différentes branches, en commençant par l'Arithmétique et l'Algèbre.

§ 1. — Irrationalité et transcendance de certains nombres.

Les théorèmes arithmétiques de M. Hermite sur la fonction exponentielle et leur continuation par M. Lindemann exciteront l'admiration de toutes les générations de mathématiciens. Mais il serait nécessaire d'aller plus loin dans la voie ainsi frayée. Une classe de problèmes me semble s'offrir tout d'abord. Quand nous reconnaissons qu'une fonction transcendante, parmi celles qui jouent un rôle en analyse, prend des valeurs algébriques pour certains arguments algébriques, ce fait nous apparaît comme très remarquable. Tout en sachant qu'il existe des fonctions transcendentes qui, pour toutes les valeurs algébriques de la variable, prennent des valeurs algébriques et même rationnelles, nous tiendrons cependant pour très probable que la transcendante $e^{2\pi iz}$ par exemple, qui, pour les valeurs rationnelles de z , prend des valeurs toutes algébriques, est au contraire toujours transcendante lorsque z prend une valeur algébrique, mais irrationnelle. Géométriquement, cette affirmation s'énoncerait

ainsi : *Si, dans un triangle isocèle, le rapport de l'angle à la base à l'angle au sommet est algébrique, mais irrationnel, le rapport de la base au côté est toujours transcendant.* Malgré la simplicité de cet énoncé et sa ressemblance avec ceux de MM. Hermite et Lindemann, je tiens sa démonstration pour très difficile, ainsi que celle du théorème suivant : *L'expression x^z , formée avec une base algébrique x et un exposant algébrique irrationnel z (par exemple le nombre $2\sqrt{2}$, ou $i^{-2i} = e^\pi$), représente toujours un nombre transcendant.* Ces démonstrations conduiraient sans doute à de nouvelles méthodes et à de nouvelles vues sur la nature de certaines transcendentes.

§ 2. — Problèmes sur les nombres premiers.

Dans la théorie de la distribution des nombres premiers, des progrès essentiels ont été faits dans ces derniers temps par MM. Hadamard, de La Vallée Poussin, von Mangoldt et d'autres. Pour la complète résolution des problèmes que pose le mémoire de Riemann « Sur le nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée », il faut cependant encore prouver l'exactitude de l'assertion de Riemann : *les zéros de la fonction $\zeta(s)$, représentée par la série :*

$$\zeta s = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots,$$

ont tous pour partie réelle $\frac{1}{2}$ (si l'on fait abstraction des zéros entiers négatifs connus). Une fois cette démonstration obtenue, resterait à étudier de plus près la série infinie par laquelle Riemann représente le nombre des nombres premiers inférieurs à x et à décider, en particulier, si la différence entre ce nombre et le logarithme intégral de x n'est, en effet, que de l'ordre $\frac{1}{2}$ en x , et également, si les termes dépendant des premiers zéros complexes de $\zeta(s)$ déterminent réellement la condensation, par places, qui se manifeste dans les énumérations de nombres premiers.

Nous serons peut-être alors en état d'aborder la solution rigoureuse du problème de Goldbach : *Tout nombre pair est-il la somme de deux nombres premiers ?* ou de celui-ci : *Existe-t-il une infinité de nombres premiers différant entre eux de deux unités, ou, plus généralement : l'équation $ax + by + c = 0$, où les coefficients a, b, c sont premiers entre eux deux à deux, est-elle toujours soluble en nombres premiers x, y ?*

Mais je considère comme non moins intéressant, et d'une portée peut-être plus grande, l'extension des résultats obtenus sur la distribution des nombres premiers ordinaires à la distribution des

idéaux premiers dans un corps de nombres quelconque donné k , question qui se ramène à l'étude de la fonction, correspondant au corps considéré,

$$\zeta_k(s) = \sum \frac{1}{n(j)^s},$$

la somme étant étendue à tous les idéaux j du corps k et $n(j)$ représentant la norme de j .

§ 3. — Caractères topologiques des courbes et des surfaces algébriques.

Le nombre maximum de traits fermés et séparés dont se compose une courbe plane algébrique d'ordre n a été déterminé par M. Harnack¹; reste à se demander quelle situation respective ces traits peuvent occuper dans le plan. Pour les courbes du 6^e ordre, j'ai pu — par une voie assez indirecte — me convaincre que les 11 traits possibles d'après les résultats de Harnack ne peuvent pas être extérieurs les uns aux autres, mais qu'il doit toujours y en avoir un auquel *un seul* autre soit intérieur et les *neuf* restants extérieurs, ou inversement. *Une étude approfondie des relations des traits entre eux*, dans le cas du nombre maximum, me paraît aussi intéressante que la recherche correspondante *du nombre, de la forme et de la situation des nappes d'une surface algébrique dans l'espace*; jusqu'ici, on ne sait même pas encore combien une surface du quatrième ordre peut posséder de nappes séparées.

Je joindrai à ce problème purement algébrique une question qui me semble pouvoir s'aborder par la même méthode de variation continue des coefficients et dont la réponse aurait une importance toute pareille, pour la topologie des courbes définies par des équations différentielles : la question *du nombre et de la situation des cycles-limites de M. Poincaré pour une équation du premier ordre et du premier degré de la forme :*

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Y}{X},$$

où X et Y sont des polynômes du $n^{\text{ème}}$ degré en x et y .

III. — DIVISION DE L'ESPACE EN POLYÈDRES ÉGAUX.

Lorsqu'on cherche les groupes de déplacements dans le plan pour lesquels existe un domaine fondamental, on sait que la réponse est très différente suivant qu'on considère un plan Riemannien (elliptique), Euclidien ou Lobatschewskien (hyperbolique). Dans le cas elliptique, il y a un nombre fini de sortes de groupes et chacun d'eux comprend un nombre fini de répétitions du domaine fondamental pour remplir le plan tout entier sans

lacunes. Sur le plan hyperbolique, il y a un nombre infini de catégories essentiellement différentes de domaines fondamentaux (les polygones bien connus de M. Poincaré); pour recouvrir entièrement le plan, il faut un nombre infini de domaines égaux à l'un de ces polygones. Le cas du plan euclidien est intermédiaire : car alors il n'y a qu'un nombre fini de groupes de déplacements (à domaine fondamental) essentiellement distincts; mais, dans chacun d'eux, le plan ne peut être recouvert tout entier que par une infinité de domaines homologues entre eux.

Les mêmes conclusions sont valables dans l'espace à trois dimensions. La limitation du nombre des groupes de déplacements dans l'espace elliptique est une conséquence immédiate d'un théorème de M. Jordan. Les groupes de l'espèce hyperbolique ont été étudiés dans les *Leçons sur les Fonctions automorphes* de MM. Fricke et Klein, et enfin MM. Fedorow, Schoenflies, Rohn ont démontré que, dans l'espace euclidien, il n'y a qu'un nombre fini de catégories distinctes de groupes de déplacements à domaine fondamental.

Mais, tandis que les démonstrations relatives à l'espace elliptique et à l'espace hyperbolique sont immédiatement valables, quel que soit le nombre des dimensions, la généralisation du théorème relatif à l'espace euclidien semble offrir de notables difficultés, de sorte qu'il serait désirable de *rechercher si, dans l'espace euclidien à n dimensions, le nombre des catégories essentiellement distinctes de groupes de déplacements à domaine fondamental est encore fini.*

De plus, on peut aussi demander *s'il existe des systèmes de polyèdres égaux remplissant l'espace entier sans lacunes, sans que l'un de ces polyèdres soit domaine fondamental d'un groupe de déplacements.* Je signalerai également une question voisine, importante pour la Théorie des Nombres et aussi, sans doute, pour la Physique et la Chimie : étant donné une infinité de corps d'une même forme donnée (par exemple, des sphères de rayon donné ou des tétraèdres réguliers d'arête donnée), comment peut-on les emballer le plus serré possible, c'est-à-dire les placer de manière que le rapport de l'espace rempli à l'espace non rempli soit le plus grand possible?

IV. — PROBLÈMES EMPRUNTÉS A LA THÉORIE DES FONCTIONS.

Si nous considérons le développement de la Théorie des Fonctions dans ce siècle, nous remarquons, avant tout, le rôle fondamental que jouent et que continueront sans doute à jouer les fonctions que l'on nomme *analytiques*.

¹ *Nath. Annalen*, tome X.

On pourrait, de bien des manières, abstraire, de l'infinie variété des fonctions possibles, des classes étendues de fonctions plus particulièrement intéressantes. On peut envisager, par exemple, la classe des fonctions satisfaisant à une équation différentielle algébrique (ordinaire ou aux dérivées partielles). Mais, nous pouvons le remarquer immédiatement, nous laisserions ainsi de côté certaines fonctions issues de la Théorie des Nombres et qui ont pour nous une très grande importance. C'est ainsi que la fonction $\zeta(s)$ ne satisfait à aucune équation différentielle algébrique, comme on le voit aisément à l'aide du théorème analogue de Hölder sur la fonction Γ et de la relation connue entre $\zeta(s)$ et $\zeta(1-s)$.

D'un autre côté, si nous considérons (comme nous y conduisent des raisons arithmétiques et géométriques) la classe de toutes les fonctions continues et indéfiniment dérivables, nous serions alors privés de l'instrument si commode que nous fournissent les séries de puissances et obligés de renoncer à la propriété d'après laquelle la fonction est déterminée par ses valeurs dans un intervalle aussi petit qu'on veut. Tandis que notre première limitation du domaine fonctionnel était trop étroite, celle-ci est trop large.

Au contraire, la notion de *fonction analytique* embrasse tout le trésor des fonctions les plus importantes pour la Science, qu'elles nous viennent de la Théorie des Nombres, de la Théorie des Équations différentielles ou de la Théorie des Équations fonctionnelles algébriques, ou de la Géométrie ou de la Physique mathématique. C'est par là que les fonctions analytiques occupent à bon droit le premier rang dans l'ensemble des fonctions.

§ 1. — Caractère analytique de certaines fonctions rencontrées en Calcul des Variations.

Un fait des plus remarquables, au point de vue de la Théorie des Fonctions analytiques, est qu'il existe des équations aux dérivées partielles dont les intégrales sont toutes nécessairement des fonctions analytiques : qui, en un mot, n'admettent que des solutions analytiques. Les plus connues de ces équations sont l'équation des potentiels :

$$\frac{d^2f}{dx^2} + \frac{d^2f}{dy^2} = 0,$$

et certaines équations linéaires étudiées par M. Picard, ainsi que l'équation :

$$\frac{a^2f}{dx^2} + \frac{d^2f}{dy^2} = e^f,$$

l'équation des surfaces minima et d'autres. Le plus grand nombre de ces équations ont un caractère commun : elles sont les équations de Lagrange

correspondant à certains problèmes de Calcul des Variations, lesquels sont de la forme :

$$\iint F(p, q, z; x, y) dx dy = \text{Minimum} \quad \left[p = \frac{dz}{dx}, q = \frac{dz}{dy} \right]$$

la fonction F satisfaisant, pour tous les arguments que l'on a à considérer, à l'inégalité :

$$\frac{d^2F}{dp^2} \frac{d^2F}{dq^2} - \left(\frac{d^2F}{dpdq} \right)^2 > 0,$$

et étant d'ailleurs analytique. Nous dirons qu'un tel problème de Calcul des Variations est *régulier*. Les problèmes de Calcul des Variations réguliers sont ceux qui jouent le rôle le plus important en Géométrie, en Mécanique et en Physique mathématique, et il y a lieu de se demander si leurs solutions ne sont pas nécessairement analytiques, c'est-à-dire si toute équation aux dérivées partielles de Lagrange correspondant à un problème régulier de Calcul des Variations n'a pas la propriété de n'admettre que des solutions analytiques, même lorsque — comme c'est le cas pour le problème de Dirichlet, — on détermine l'intégrale par des valeurs au contour quelconques, analytiques ou non.

Je remarquerai encore qu'il existe, par exemple, des surfaces à courbure constante *négative* représentées par des fonctions continues et dérivables, mais non analytiques, tandis que, probablement, toute surface à courbure constante *positive* est forcément analytique. On sait que les surfaces à courbure constante positive sont liées au problème régulier de Calcul des Variations qui consiste à faire passer par une courbe fermée de l'espace la surface de plus petite étendue possible parmi celles qui enferment avec une surface donnée un volume donné.

§ 2. — Existence d'équations différentielles linéaires à groupe de monodromie donné.

Dans la Théorie des Équations différentielles linéaires à une variable indépendante z , je signalerai un problème auquel Riemann paraît avoir déjà songé et qui consiste à montrer qu'il existe toujours une équation différentielle linéaire de la classe de Fuchs ayant des points singuliers donnés et un groupe de monodromie donné. Cette question exige, par conséquent, la recherche de n fonctions de la variable z , qui soient régulières dans le plan de cette variable, à l'exception des points singuliers donnés; en chacun de ceux-ci, elles ne peuvent devenir infinies qu'avec un ordre fini et, lorsque la variable z décrit un contour enveloppant ces points, elles doivent subir les substitutions linéaires données.

L'existence de pareilles équations différentielles

est rendue vraisemblable par l'énumération des constantes, mais une démonstration rigoureuse n'a pu être obtenue que dans le cas particulier où les racines des équations fondamentales relatives aux substitutions données sont toutes de module 1. Cette démonstration a été donnée par M. Schlesinger, à l'aide des fonctions zétafuchsienues de M. Poincaré.

§ 3. — Expression de deux variables liées par une relation analytique en fonction uniforme d'une même troisième.

Comme l'a montré M. Poincaré, toute relation algébrique à deux variables peut être uniformisée par les fonctions automorphes d'une variable, c'est-à-dire que, étant donnée une équation algébrique quelconque à deux variables, on peut toujours remplacer celles-ci par des fonctions uniformes et automorphes d'un paramètre auxiliaire, de telle sorte qu'après cette substitution l'équation donnée soit une identité par rapport à ce paramètre. La généralisation de ce théorème fondamental à des relations analytiques quelconques (et non pas algébriques) à deux variables a été également abordée avec succès par M. Poincaré, suivant une voie toute différente de celle qui l'avait mené au but dans le problème spécial. Toutefois, la démonstration de M. Poincaré ne nous assure point qu'il soit possible de choisir les fonctions uniformes du nouveau paramètre de telle sorte que, en faisant décrire à ce paramètre tout le domaine *régulier* de ces fonctions, on ait effectivement *tous* les points ordinaires du domaine analytique proposé.

Au contraire, il semble que, dans les recherches de M. Poincaré, outre les points de ramification on doive encore, en général, excepter une infinité de points du domaine donné, auxquels on ne parvient que pour des valeurs limites du paramètre.

Élucider cette difficulté me paraît une chose bien

désirable, en considération de l'importance fondamentale du problème de M. Poincaré.

Un autre problème de même nature s'offre en même temps que le précédent : c'est l'uniformisation des équations à plus de deux variables — problème que l'on sait résoudre dans un grand nombre de cas particuliers, et dont les récents travaux de M. Picard sur les fonctions algébriques de deux variables semblent préparer la solution générale.

V. — CONCLUSION.

Les problèmes qui précèdent ne sont que des exemples de problèmes; ils suffisent cependant à montrer la richesse et la multiple extension de la science mathématique actuelle. Une question s'impose : les Mathématiques ne sont-elles pas destinées à se fractionner (comme il est, depuis longtemps, arrivé à d'autres sciences) en sciences partielles, dont les représentants respectifs se comprendront à peine entre eux et dont les rapports se relâcheront de plus en plus? Je ne le crois ni ne le souhaite; la science mathématique est, à mon sens, un tout indivisible, un organisme dont la vitalité dépend de la cohésion de toutes ses parties. Dans la variété des matières traitées en Mathématiques, nous reconnaissons l'identité des moyens logiques, la parenté des idées. D'ailleurs, à mesure qu'une théorie mathématique s'étend, sa construction s'harmonise de plus en plus et des relations insoupçonnées se découvrent entre les branches jusque-là séparées de la Science. C'est ainsi que, dans leur extension, les Mathématiques ne perdent point leur caractère unitaire, mais le manifestent de plus en plus clairement ¹.

D. Hilbert,

Professeur à l'Université de Göttingue.

¹ L'auteur a exposé plus amplement ces idées au Congrès international des Mathématiciens. On en trouvera le développement technique dans les *Göttingen Nachrichten* et dans les *Archiv für Mathematik und Physik*.

L'UNIFICATION DES CALENDRIERS GRÉGORIEN ET JULIEN

Le désir que le commencement du xx^e siècle coïncide avec l'unification des deux calendriers grégorien et julien devient de plus en plus général : les inconvénients résultant pour la science, le commerce et les relations internationales, de leur différence, sautent aux yeux et deviennent de jour en jour plus sensibles. Aussi, les amis de la paix observent, avec infiniment de raison, qu'il y a déjà assez de sujets pour nous diviser, en dehors du calendrier ; tandis que les amis de la guerre remarquent, avec non moins de raison, que, si des armées alliées font usage de différents calendriers, les opérations militaires pourraient éventuellement en souffrir. Ce sont des considérations d'ordre militaire qui ont fait accepter, aux puissances de l'Europe centrale, le système des fuseaux et l'heure du 15^e E. de Greenwich. « *Das ist eine Ruine!*... » s'écriait au Reichsrath allemand le maréchal de Moltke pour se plaindre de l'emploi de diverses heures sur les chemins de fer de l'Allemagne ; quelle expression aurait-il employée, ou, plutôt, créée pour signaler les dangers pouvant éventuellement résulter de l'emploi, par des troupes alliées, de divers calendriers ? Et ces dangers pourraient éventuellement résulter rien que de la différence dans la célébration de certaines fêtes. Des chefs d'armées spéculant sur la répugnance que pourrait éprouver l'ennemi à se battre en certains jours, suivraient « *mutatis mutandis* » une tactique qui date, tout au moins, des Macchabées. Quoi qu'il en soit, et me gardant bien de m'appesantir là-dessus, je ne crois pas exagérer en disant que des considérations d'ordre militaire finiront, peut-être, par emporter la pièce ; bien plus que la remarque, restée jusqu'ici platonique, du célèbre von Struve, que « toutes les sciences sont intéressées à l'unification dans la mesure du temps ».

C'est pourquoi cet article, où je voudrais montrer qu'avec un peu de bon vouloir un si long desideratum du monde civilisé pourrait être réalisé du jour au lendemain, sera agréé, je l'espère, par les amis du progrès, par ceux de la science, par ceux de la paix et par ceux de la guerre¹.

1

Une revue orthodoxe, le *Glasnik pravoslavne Tsrkve ou Kralievini Srbiji*, organe du Consis-

toire métropolitain de Belgrade, la plus haute autorité ecclésiastique du royaume, vient de rendre un service signalé à la cause du progrès, en portant à la connaissance de tout le monde orthodoxe un projet de réforme du calendrier julien, du professeur Maxime Trpkovitch. En vue du but à atteindre, ce projet me paraît un vrai tour de force et un chef-d'œuvre.

Le but à atteindre, c'est d'arriver à l'unification du calendrier, de manière à satisfaire à la fois l'Orient et l'Occident, et à ne blesser aucune susceptibilité, ni scientifique, ni politique, ni religieuse, ni nationale. Trois siècles d'histoire nous montrent l'arduité du problème, compliqué par la décision, prise à Saint-Petersbourg, de ne pas séparer la réforme astronomique de la question de la Pâque. De fait, un mouvement d'opinion publique, demandant qu'on commençât par unifier les dates dans la vie civile et politique et qu'on laissât à l'Église orthodoxe le soin d'aviser à la détermination de la Pâque et des fêtes qui en dépendent, s'était naguère manifesté dans les divers États de la péninsule balkanique, lorsque le veto de la puissance protectrice de l'orthodoxie, se réservant la solution simultanée de la double question, arrêta toute chose. Depuis lors parut un projet élaboré par une Commission de la Société russe d'Astronomie, mais ce projet — qu'on est porté à considérer comme un « ballon d'essai » — fut combattu, sans parler d'autres, par le directeur de l'Observatoire russe national de Poulkova, le professeur Oscar Backlund, dans un mémoire adressé, au mois de mai dernier, à la Société impériale des Sciences de Saint-Petersbourg. A la suite, peut-être, de cette opposition, la Russie vient d'inviter, dit-on, les divers États slaves orthodoxes à collaborer ensemble à la création d'un nouveau calendrier, destiné à remplacer le julien. C'est dans ces circonstances que le Consistoire métropolitain orthodoxe de Belgrade crut bien faire d'ouvrir les colonnes de son organe à une nouvelle édition, soigneusement revue et augmentée, du projet de l'éminent professeur de Belgrade. Je me fais d'autant plus de plaisir de le signaler aux lecteurs de cette *Revue*, que l'attention publique de l'Occident

Balkan slave, une étude aussi intéressante que bien documentée, ayant pour titre : *La réforme du calendrier russe* (Paris, Plon, 1900), parue d'abord dans la *Revue hebdomadaire*.

¹ On doit à la plume de M. Charles Loiseau, l'écrivain bien connu de la *Revue des Deux-Mondes* et l'auteur du

Peut-être le tableau des difficultés s'opposant à l'unification du calendrier est tant soit peu chargé. Avec du *vouloir*, la Russie en a vaincu bien d'autres!

commence déjà à s'en occuper. La matière, sans être obscure, étant plutôt aride et abstraite, je tâcherai de joindre, dans la mesure du possible, la clarté à la brièveté. Je parlerai d'abord de la réforme astronomique; ensuite, de la question de la Pâque.

11

Deux mots, d'abord, pour rappeler ce qu'on entend par réforme astronomique du calendrier.

La durée *moyenne* de l'année tropique, c'est-à-dire du laps de temps qui sépare deux retours consécutifs du Soleil au point vernal de l'écliptique, en d'autres termes à l'équinoxe de printemps, est évaluée aujourd'hui à 365 jours 5^h 48' 48". L'année julienne était de 365 jours 6^h; il s'ensuit un excédent annuel de 11'12". Cela fait que chaque année, l'équinoxe se rapproche d'autant du 1^{er} janvier, ce qui représente un déplacement moyen de 18^h 40^m par siècle. C'est à cause de ce déplacement que le calendrier du monde orthodoxe se trouve, aujourd'hui, en retard de 13 jours sur le nôtre.

Du temps de la réforme grégorienne (1582), la détermination de la moyenne de l'année tropique offrait des difficultés insurmontables. En comparant entre elles les moyennes fournies par les observations de Ptolémée (vers 180), du célèbre astronome arabe Albategnius (929), des Tables alphonisines (vers 1250) et de Copernic (1543), on constatait, aux différentes époques, des variations assez sensibles, avec une différence entre le maximum et le minimum de plus de 13 minutes. De plus, Copernic avait émis la théorie que ces variations se représenteraient, d'après un certain cycle, à des époques déterminées. Enfin, tous les astronomes étaient convaincus que la science n'était pas encore assez avancée pour permettre d'adopter une moyenne quelconque comme définitive — ce qui, du reste, est répété, de nos jours encore, par des maîtres de la science contemporaine. Les choses étant ainsi, la ligne à suivre, suggérée aux auteurs de la réforme par le bon sens lui-même, était qu'on se bornât à assurer l'accord du calendrier avec le Soleil pendant plusieurs générations; qu'en le faisant on troublât le moins possible la chronologie, et qu'on s'en remit à la postérité pour trouver quelque chose de mieux dès que les progrès de l'Astronomie le lui permettraient. Ce que le bon sens suggérait fut fait. On trouva une règle d'intercalation où, d'après nos premiers astronomes modernes, l'écart du calendrier avec le Soleil monte à peine à un jour après 4.000 ans environ; on reléqua toute exception dans la succession régulière et quadriennale des bissextiles aux années séculaires, et on ne manqua pas non plus d'inviter la postérité à *modifier* la règle d'in-

tercalation, quand la science aurait assez progressé pour permettre de le faire en toute sûreté.

Cela dit, voyons ce que propose, pour la règle d'intercalation, le professeur Trpkovitch.

111

Au sujet de l'intercalation, le professeur Trpkovitch eut l'heureuse idée d'essayer le même procédé logique qui avait conduit à la règle d'intercalation grégorienne, mais en lui appliquant la durée moyenne de l'année tropique admise généralement aujourd'hui, celle donnée par la *Connaissance des Temps*, à savoir 365 jours 5^h 48' 48" (en décimaux 365,2422). Grâce à ce procédé fort ingénieux, le savant serbe arriva à nous proposer une règle d'intercalation qui, *en supposant ladite moyenne comme définitive*, anéantirait pratiquement l'écart déjà presque insensible du calendrier grégorien avec le Soleil, car il devrait se passer plus de 450.000 ans avant que cet écart atteigne un seul jour. Voici, de fait, en deux colonnes, le procédé logique suivi à la fin du XVI^e siècle, et celui adopté par le professeur Trpkovitch en 1900.

A LA FIN DU XVI^e SIÈCLE.

(Réforme grégorienne.)

La durée moyenne de l'année tropique peut être évaluée, dans l'état actuel de la science, à 365 j. 5^h 49^m 12^s.

L'excédent annuel de l'année julienne serait de 10^m 48^s.

Le nombre de siècles après lequel cet excédent monterait à un nombre *entier* de jours, sans fraction aucune, est de *quatre*. Tous les 4 siècles, en effet, cet excédent monte à 3 jours entiers.

C'est dire qu'il y a, en chaque période de *quatre* siècles, 3 jours en plus dont il faudrait se débarrasser.

Il est préférable, pour la chronologie et les calculs, que cela ait lieu aux années séculaires.

C'est dire que, sur *quatre* années séculaires, il faut en garder *une seule* comme *bissextile*: les trois autres deviendraient *communes*.

Le choix, *entre quatre*, de l'année séculaire bissextile, est tout indiqué par le même nombre 4, pris comme diviseur, d'après la règle suivante :

A LA FIN DU XIX^e SIÈCLE.

Projet serbe
du prof. Trpkovitch.

La durée moyenne de l'année tropique admise généralement aujourd'hui, celle de la *Connaissance des temps*, est de 365 jours 5^h 48^m 48^s.

L'excédent annuel de l'année julienne serait de 11^m 12^s.

Le nombre de siècles après lesquels cet excédent monterait à un nombre *entier* de jours, sans fraction aucune, est de *neuf*. Tous les 9 siècles, en effet, cet excédent monte à 7 jours entiers.

C'est dire qu'il y a, en chaque période de *neuf* siècles, 7 jours en plus dont il faudrait se débarrasser.

Il est préférable, pour la chronologie et les calculs, que cela ait lieu aux années séculaires.

C'est dire que, sur *neuf* années séculaires, il faut en garder *seulement deux* comme *bissextiles*; les sept autres deviendraient *communes*.

Le choix, *entre neuf*, des deux années séculaires bissextiles, est tout indiqué par le même nombre 9, pris comme diviseur, d'après la règle suivante :

¹ Cette évaluation, que j'ai trouvée citée dans un ouvrage critique sur la réforme grégorienne paru au commencement du XVI^e siècle, ne diffère que de 4 secondes de celle des *Tables alphonisines* qui est de 365 jours 5^h 49^m 16^s.

« Sera *bissextile* l'année « séculaire dont le chiffre « indiquant le nombre de « siècles qu'elle représente, « divisé par 4, donne pour « reste, au quotient, 0; toutes les autres seront *communes*. »

Exemples. Les années 2000, 2100, 2200 et 2300 représentent 20, 21, 22 et 23 siècles. Or, 20, divisé par 4, donne pour reste, au quotient, 0; l'année 2000 serait, par conséquent, *bissextile*.

Par contre 21, 22 et 23 donnent pour reste, au quotient, 1, 2 et 3 : les années 2100, 2200 et 2300 seraient, par conséquent, *communes*.

On sera frappé de l'identité du raisonnement qui a produit la règle d'intercalation grégorienne et celle que nous propose le Professeur Trpkovitch; c'est bien, me paraît-il, le cas d'appliquer l'adage italien que : « *i geni si incontrano* (les génies se rencontrent) ». Aussi, un calcul à la portée de tous prouve aisément que, si la durée moyenne de l'année tropique fournie par la science à la fin du XVI^e siècle avait été définitive et exacte jusqu'à la dernière fraction, l'année grégorienne serait maintenue perpétuellement d'accord avec le Soleil; tout comme si la durée moyenne actuelle, celle de la *Connaissance des temps*, était la vraie, définitive et exacte jusqu'à la dernière fraction, l'année qu'on nous propose — et que, pour ma part, j'appellerais volontiers *trpkovitchienne* — serait également maintenue perpétuellement d'accord avec le Soleil. Du reste, ce n'est pas un mince mérite que celui d'avoir, en toute hypothèse, renvoyé l'écart d'un jour à une époque si lointaine qu'il peut être considéré — sauf des perturbations dans les lois, connues jusqu'ici, du système solaire — comme pratiquement anéanti.

Voilà, parlant, un projet qui doit satisfaire, à la fois, l'Occident et l'Orient. Il doit satisfaire l'Occident parce qu'il était, *en germe*, dans le procédé logique qui a conduit à la règle d'intercalation grégorienne; si bien que si la science avait, alors, fourni la même moyenne qu'aujourd'hui, il en serait résulté logiquement et nécessairement la règle d'intercalation de l'illustre savant serbe. Il doit satisfaire l'Orient parce que son projet est le plus ingénieux et, au point de vue *mathématique*, le plus exact de tous ceux qu'on a mis en avant jusqu'ici, et que l'heureuse idée de suivre le même procédé logique des auteurs de la réforme grégo-

« Seront *bissextiles* les « années séculaires dont le « chiffre indiquant le nom- « bre de siècles qu'elles re- « présentent, divisé par 9, « donne pour reste, au quo- « tient, 4 ou 0; toutes les « autres seront *communes*. »

Exemples. Les années 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, représentent 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 28 siècles. Or, 22 divisé par 9, donne pour reste au quotient 4; et 27 divisé par 9 donne pour reste, au quotient, 0; les années 2200 et 2700 seraient, par conséquent, *bissextiles*.

Par contre 20, 21, 23, 24, 25, 26 et 28 divisés par 9, donnent pour reste, au quotient, 2, 3, 5, 6, 7, 8 et 1; les années 2000, 2100, 2300, 2400, 2500, 2600 et 2800 seraient, par conséquent, *communes*.

rienne ne lui a été suggérée par personne; tout comme personne n'a songé, avant lui, à en faire l'application à la moyenne de l'année tropique, admise actuellement. Le mérite de Christophe Colomb n'est, certes, pas diminué par le fait que les propriétés de la sphère étaient connues bien longtemps avant lui; — question d'en faire l'application.

Ce n'est pas encore tout. La seule objection qu'on peut soulever contre le projet de M. Trpkovitch ne fait, précisément, qu'en rehausser le mérite en vue du but à atteindre. « La durée moyenne de l'année tropique, remarque-t-on avec raison, n'est pas encore connue avec assez de certitude pour nous permettre de substituer, dans l'état actuel de la science, une autre règle à la règle d'intercalation grégorienne. Ce serait un saut dans l'obscurité (*ein Sprung ins Dunkle*¹). » Voici ma réponse.

Un coup d'œil aux *Exemples* cités plus haut nous montre que la différence entre les deux règles d'intercalation se manifesterait, pour la première fois, en 2000. Or, d'ici à l'an 2000, il y a encore cent ans, et « c'est d'ici à cent ans. — je dirai avec les paroles mêmes de l'auteur du projet, — que la science *devra* se prononcer définitivement sur la préférence à donner à l'une ou à l'autre règle ». Il s'ensuit que, d'ici là, tout ce qu'on demande à l'Occident, c'est qu'il garde sa règle grégorienne; en d'autres mots, qu'il ne fasse rien et se tienne tranquille. Franchement, il faudrait un grand mauvais vouloir pour ne pas accepter une pareille condition : pour rejeter d'avance le verdict que donnera la science en l'an 2000, et pour ne pas applaudir à un tel essai!

Quelques mots, maintenant, sur la question de la Pâque.

IV

Au sujet des *règles pascales*, le Professeur Trpkovitch, bien qu'étant parfaitement au courant

¹ Tel est en effet le verdict unanime prononcé, encore tout récemment, sur la question, par trois parmi les plus illustres représentants de la science, le Professeur Förster, de Berlin, le Professeur Newcomb, de Washington, et le Professeur Backlund, directeur de l'Observatoire de Poulkova. Je me borne à citer les paroles avec lesquelles ce dernier termine sa note : *Zur Theorie der Präcession und Nutation*, présentée à l'Académie impériale des Sciences de Saint-Petersbourg et insérée dans ses *Comptes rendus* de mai 1900. « Les moyennes absolues des mouvements des planètes — « dit le Professeur Backlund — ne sont pas encore con- « nues, et il n'est même pas certain que, généralement, « ces moyennes existent. Il s'ensuit qu'actuellement toute « tentative pour obtenir, sinon la correction absolue de « notre calendrier, du moins une formule d'intercalation « qui soit, relativement à la véritable année tropique, plus « exacte et plus simple que la grégorienne n'est justifiée ni « par des considérations pratiques, ni au point de vue de « l'état actuel de la science. »

soit de la faveur, de plus en plus croissante, que trouve, en plusieurs sphères orthodoxes, le projet, déjà émis dès 1863 par Maedler, d'un accord de toute la chrétienté pour limiter la grande mobilité de la Pâque, soit de la probabilité que la Russie saisisse de cette question l'Église orthodoxe, n'a pas cru qu'il lui convenait, à lui simple laïque, d'aborder, dans son projet, une question qui est essentiellement du ressort de l'Église. Cela eût nui au but, l'unification *pacifique* du calendrier; aussi s'y prit-il de manière à l'atteindre sans nullement engager l'avenir: parti d'autant plus sage qu'il est permis de douter que la Russie elle-même vienne facilement à bout de faire accepter, sans murmures, aux populations orthodoxes, une modification des règles pascales établies par le Concile de Nicée.

Partant, le Professeur Trpkovitch commence par établir, avec des données de fait indiscutables, que la réforme du calendrier Julien est *imposée* à l'Église orthodoxe par le Concile de Nicée lui-même, vu qu'à cause de l'incorrection du calendrier Julien, cette Église ne célèbre plus la Pâque à l'époque prescrite par ledit Concile. Pour obtenir ce retour à l'exécution des règles de Nicée il faut, évidemment, replacer l'équinoxe à la date indiquée par le Concile comme point de départ du comput pascal, c'est-à-dire au 21 mars, d'où la nécessité de retrancher du calendrier Julien treize jours, ce qui aurait, comme conséquence, *de faire coïncider les dates juliennes du mois avec les grégoriennes*. Présentée de cette manière, l'unification des dates serait d'autant plus acceptable aux populations orthodoxes qu'on ne leur demanderait point de s'incliner devant l'Occident ni devant Rome, mais devant le Concile de Nicée et le verdict de la science orthodoxe. Et afin qu'elles ne puissent objecter quoi que ce soit à l'unification, non pas seulement des dates, mais, aussi, des fêtes, le Professeur Trpkovitch a élaboré un comput pascal tout à fait indépendant de celui de Lilio qui servit de base à la réforme grégorienne, de sorte que, même à cet égard, les populations orthodoxes pourront dire ne s'être inclinées que devant le Concile de Nicée et la science d'un de leurs coreligionnaires. Enfin, pour qu'il saute aux yeux qu'elles n'auraient rien emprunté à la réforme grégorienne, d'ici à l'an 2000 leur Pâque tombera, il est vrai, le même jour que la nôtre, non pas, toutefois, sans qu'il faille admettre une exception pour l'année 1954. Cette exception — qu'il eût presque fallu créer tout exprès — sera là pour témoigner de l'indépendance du monde orthodoxe vis-à-vis des calculs de l'Occident.

En présence d'un tel immense résultat, l'unification, jusqu'à l'an 2000, des dates aussi bien que des fêtes — avec l'unique exception de la Pâque de

1954. — je croirais vraiment commettre une mauvaise action en exprimant des réserves sur n'importe quel point du comput pascal du Professeur Trpkovitch. Si, par hypothèse, il se trouvait, parmi les lecteurs, un seul qui fût tenté de le faire, je le supplierais de vouloir patienter jusqu'à l'an 1954. Ce sera alors le moment de flageller, s'il le faut, impitoyablement les considérants ou les calculs qui ont déterminé l'exception; mais, de grâce, qu'on ne veuille pas le faire avant 1954. Un tel zèle serait d'autant plus blâmable, intempestif et nuisible que, d'ici là, d'après toute probabilité, la Pâque *de toute la Chrétienté* ne sera plus célébrée, ni d'après les épactes de Lilio ni d'après celles du Professeur Trpkovitch¹.

V

Le double projet du Professeur Trpkovitch sera-t-il accepté? Il le serait, à coup sûr, si l'histoire n'était pas là pour nous avertir que la sagesse et l'utilité pratique d'une proposition sont loin d'être toujours une garantie de son acceptation. Il y a, dans la question qui nous occupe, trop de susceptibilités et d'intérêts en jeu, pour qu'on puisse présager avec certitude ce qui va arriver. C'est pourquoi, forcé de me borner à exprimer le vœu qu'il triomphe, je dois aussi envisager la probabilité qu'on n'en tienne pas compte. Or, quand même il en serait ainsi, un peu de bonne volonté suffirait encore pour nous mettre en possession de l'unification du calendrier. Les difficultés ne viendraient point, en tout cas, de l'Occident, et c'est ce qu'il importe de bien établir.

Je suppose, en effet, qu'on tienne absolument à modifier, *dès à présent*, la règle d'intercalation grégorienne; je suppose aussi que la Russie tienne absolument à réaliser un plan qu'elle caresse depuis longtemps, celui de faire coïncider la réforme astronomique de son calendrier avec une limitation de la mobilité actuelle de la Pâque et des fêtes qui en dépendent. Or, même dans ce cas, on ne ferait que réaliser une double éventualité déjà prévue par les auteurs eux-mêmes de la réforme grégorienne qui, de plus, ont eu soin d'enlever *d'avance tout obstacle à sa réalisation*. Ma démonstration sera empruntée au Commentaire officiel de la réforme grégorienne, publié par ordre de Clément VIII, et à une déclaration toute récente du cardinal secrétaire d'État.

¹ Je me fais un devoir de remarquer que le Professeur Trpkovitch est tout à fait libre de préventions vis-à-vis de l'Occident, et son étude est caractérisée par une largeur et une élévation d'idées qui lui font grandement honneur. Mais il a dû forcément tenir compte des dispositions d'esprit des populations orthodoxes.

En ce qui concerne, d'abord, une modification de la règle d'intercalation grégorienne : « Nous avouons franchement — lit-on dans le dit Commentaire — que la postérité pourrait un jour découvrir que la longueur moyenne de l'année est une autre que celle admise aujourd'hui, auquel cas il faudrait lui adapter une autre règle d'intercalation¹. »

Cette citation est tellement explicite qu'elle suffit. Voici, maintenant, ce que nous trouvons, dans le même Commentaire, au sujet du désir, manifesté par plusieurs, qu'on fit de la Pâque une fête même tout à fait fixe comme Noël.

« L'Église, y lisons-nous, usant de son droit, pourrait librement faire qu'il en soit ainsi, sans que nul puisse lui en faire un reproche, car il s'agit, ici, d'un précepte cérémonial de l'ancienne loi qui a cessé d'exister... Il ne paraît pas cependant qu'un usage aussi ancien [celui encore en vigueur aujourd'hui] doive être abandonné si ce n'est pour quelque cause grave (*consuetudo hec tam vetusta nullo modo sine gravi aliqua causa infringenda videtur*)². »

Et plus loin :

« Ainsi que nous l'avons déclaré au chapitre premier, c'est librement (*libere*), et uniquement (*solum*) à cause d'une certaine analogie avec la Pâque des Hébreux que l'Église tient compte, dans la célébration de la sienne, de l'équinoxe et de la XIV^{me} lune; tandis qu'elle est obligée, par précepte divin, à défendre et sauvegarder la paix et la concorde entre les croyants³. »

La conclusion est évidente et s'impose. J'ajouterai que la proposition de simplement *limiter* la mobilité de la Pâque, en l'annexant à un dimanche déterminé, fut discutée du temps de la réforme grégorienne, et qu'elle fut écartée surtout par égard à l'attachement des églises séparées de l'Orient pour les règles pascales de Nicée. Il s'ensuit que si le Saint-Siège adhère, pour sa part, à la dite *limitation*, il ne ferait qu'exercer, maintenant, *en vue de l'accord de toute la chrétienté dans la célébration de la Pâque*, un droit que, pour la même raison, il s'est librement défendu d'exercer en 1582. Le passe à la récente déclaration du Saint-Siège.

VI

Un ami du Professeur Förster, le directeur bien connu de l'Observatoire de Berlin, mis au fait de la faveur que trouvait, en Allemagne et ailleurs, la proposition dont l'illustre astronome s'était fait le

promoteur, d'annexer la Pâque au troisième dimanche après l'équinoxe fixé par le méridien de Jérusalem, eut une heureuse idée. Il l'engagea à s'adresser directement, en sa qualité de Président du Comité international des Poids et Mesures et celle du temps en est une), au cardinal secrétaire d'État, lui exprimant le respectueux désir d'être éclairé — dans un but de paix et d'intérêt social — sur les dispositions du Saint-Siège. Le conseil fut suivi, et c'est le Professeur Förster lui-même qui, fort au courant de ce qui se passe en Russie, m'engage à donner une vaste publicité à la réponse qu'il reçut; réponse, du reste, déjà connue dans les hautes sphères de l'Allemagne, de la Russie et d'ailleurs. Aussi je remarque, en passant, que, tout à fait à l'encontre de la renommée faite à Rome d'être, dans ses réponses, d'une lenteur rappelant l'éternité, le Saint-Siège mit, cette fois, tant de sollicitude à répondre sur une question aussi grave, qu'on doit y voir la preuve certaine qu'il n'a pas été pris au dépourvu et que la question avait déjà été l'objet d'un sérieux examen. La lettre du Professeur Förster porte la date du 18 avril 1897; c'est en date du 6 mai de la même année que S. E. le cardinal Rampolla lui communiquait, en ces termes, la pensée du Saint-Siège :

« ... Si l'on devait considérer la réforme proposée, dit le cardinal, sous le seul rapport des avantages d'ordre social, la réponse mériterait, sans doute, un accueil favorable. Mais l'Église doit, aussi, avoir égard au point de vue religieux traditionnel, à la connexion de la solennité de Pâques avec les mystères de la mort et de la résurrection du Seigneur. En outre, le Saint-Siège doit éviter tout danger d'introduire, dans la chrétienté, des divisions encore plus grandes, par suite du nouveau changement.

« Toutefois, si l'on arrivait à écarter ce danger et à faire demander universellement la stabilité relative de Pâques grâce à un mouvement de l'opinion publique mieux éclairée par le monde savant, l'initiative d'une pareille réforme pourrait alors être prise en considération, surtout dans un Concile général. »

Quant à la crainte exprimée dans ce document que si le Saint-Siège, sans y être déterminé par l'expression d'un désir général, allait modifier les règles pascales actuellement en vigueur, il s'exposerait à introduire dans la Chrétienté des divisions encore plus grandes, il faudrait vraiment ne rien savoir de l'Orient et ne rien avoir appris de l'histoire même de l'Occident, pour la trouver illégitime ou suggérer qu'on n'en tienne pas compte.

Cela étant, on se demande si le Saint-Siège pouvait faire plus que reconnaître les avantages d'ordre social qu'aurait la mesure proposée, indi-

¹ Clavius (Christ. S. J.), *Romani Calendarii a Gregorio XIII P. M. restituti explicatio*, S. D. M. Clementis VIII jussu edita. Romæ, 1603, C. V, § 15.

² *Ibid.*, C. I, § 3.

³ *Ibid.*, C. V, § 13.

quer où git l'obstacle et suggérer lui-même la manière de procéder pour engager M. Förster à prendre en considération — comme le désirerait l'Église protestante d'Allemagne — ni plus ni moins que l'opportunité d'une initiative.

Mon but est atteint : au lecteur de se faire une

opinion. J'ajouterai seulement que, si la responsabilité qui pèse sur la Russie est lourde, elle ne l'est pas autant que la tâche qui s'offre devant elle serait glorieuse.

Ces. Tondini de Quarenghi.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

I. — ZOOLOGIE GÉNÉRALE.

Dans les Revues des années précédentes, j'avais l'habitude de consacrer ce chapitre à la revision des travaux relatifs à l'histoire des produits sexuels. Pendant ces dernières années, les zoologistes se sont surtout préoccupés de préciser l'origine et la formation de ces produits, de fixer la valeur relative des deux gamètes et la signification des globules polaires, et enfin d'expliquer la réduction karyogamique. Les travaux sur ces questions, si nombreux autrefois, se sont fait beaucoup plus rares en 1900, et je les passerai d'autant plus volontiers sous silence que je puis renvoyer le lecteur à un article très remarquable publié récemment dans ce journal par Le Dantec¹. En revanche j'attirerai l'attention sur des travaux qui ont soulevé en ces derniers temps une légitime émotion, et qui se rapportent au développement de l'œuf sans fécondation sous l'action de certains réactifs, ou, si l'on préfère, à la *parthénogénèse expérimentale*.

Loeb² d'abord, et Morgan³ ensuite, ont remarqué que des œufs d'Oursins, momentanément plongés dans certaines solutions salines, particulièrement de chlorure de magnésium, et replacés ensuite dans l'eau de mer pure, subissaient la segmentation, tout comme s'ils avaient été fécondés; dans certaines expériences, ils ont même pu obtenir des *Pluteus*.

Les premières expériences de Loeb ont été vivement critiquées par Vignier⁴, qui a prétendu que les résultats obtenus par cet auteur tenaient à ce qu'il opérait sur une espèce dont les œufs sont susceptibles de se développer normalement par parthénogénèse. Vignier n'a pas pu reproduire les premières expériences de Loeb mais, entre temps, ce dernier avait publié de nouvelles observations très concluantes, et d'autres auteurs arrivaient aux mêmes résultats que lui chez d'autres animaux.

Ainsi Giard¹, en opérant avec des œufs d'Astéries qu'il plongeait dans une solution de chlorure de magnésium, a obtenu des segmentations à 2, 4, 8 et 16 cellules, ne différant que par la lenteur du processus évolutif et par la fréquence des irrégularités de celles qu'il obtenait à la suite de fécondations normales. Giard a constaté un autre fait très intéressant. En fécondant des œufs de *Psammechinus* par des spermatozoïdes d'Astéries, il a remarqué que la segmentation de ces œufs offrait les mêmes caractères que celle des œufs d'Astéries traités par les solutions salines : lenteur du développement, arrêt de segmentation d'un blastomère au stade 2 ou 4, impossibilité de dépasser le stade 16, etc. Quant aux œufs témoins, non traités par la solution saline et non fécondés, ils n'ont jamais montré la moindre trace de segmentation.

Bataillon² a également obtenu des résultats positifs en traitant des œufs de Batraciens (Grenouilles) et de Poissons (Gardons), soit par du sérum de sang de Mammifère, soit par des solutions de sel marin à 1 % ou de sucre à 10 %. Ces segmentations ne sont jamais nombreuses et le développement s'arrête de bonne heure.

Winckler³ a opéré d'une manière différente, et il a obtenu des segmentations d'œufs d'Oursins à l'aide d'un extrait de sperme de ces animaux. Il préparait le liquide excitateur en faisant agir de l'eau douce sur des spermatozoïdes d'Oursins, puis il filtrait plusieurs fois et ajoutait cet extrait en proportion déterminée à l'eau de mer dans laquelle se trouvaient les œufs. Ces œufs se sont segmentés régulièrement jusqu'au stade 4 et ensuite irrégulièrement. Naturellement, des expériences de contrôle avaient été établies, et l'auteur affirme avoir pris toutes les précautions voulues pour éviter les causes d'erreur.

Enfin Loeb⁴ a publié tout récemment les résultats de nouvelles expériences dans lesquelles il a

¹ F. LE DANTEC : L'hérédité, clef des phénomènes biologiques, dans la *Revue gén. des Sciences* des 15 et 30 juin 1900, t. XI, p. 731 et 798.

² *Amer. Journ. of Phys.*, 1899 et 1^{er} avril 1900.

³ *Archiv. f. Entwicklungsmech.*, VIII et IX.

⁴ *Comptes Rendus*, 1900.

¹ *C. R. Soc. Biologie*, 1900.

² *Comptes Rendus*, 1900 et *Arch. f. Entwicklungsmech.*, XI.

³ *Nach. K. Ges. Wiss. Göttingen*, 1900.

⁴ *Am. Journ. of Phys.*, août 1900, et *Science*, 1900.

réussi à obtenir des segmentations parthénogénétiques d'œufs de Chétophtères sous l'influence de solutions de chlorure de potassium ou de chlorure de sodium; certains œufs ont même atteint le stade de Trochosphère.

Quelle explication peut-on donner de ces phénomènes si remarquables? Loeb avait d'abord suggéré que le spermatozoïde apportait à l'œuf les ions qui lui manquent ou certains ions capables de contrebalancer les ions inhibitifs contenus dans l'eau de mer, mais il n'a pas maintenu cette hypothèse, dont l'inexactitude a d'ailleurs été prouvée par MM. Delage¹ qui ont trouvé, dans les cendres des glandes génitales mâles et femelles d'Oursins, la même proportion de magnésium. Giard a admis que l'excitation déterminée par les solutions salines était due à l'action déshydratante des sels sur le protoplasma et à l'hydratation subséquente qui se produit lorsque l'œuf est remis dans l'eau pure. Les solutions salines ou sucrées agissent par leur pression osmotique, et Bataillon a insisté sur le rôle que ce facteur joue, non seulement dans la parthénogénèse expérimentale, mais aussi dans plusieurs phénomènes biologiques. Dans son dernier travail, Loeb est arrivé, et indépendamment des auteurs ci-dessus, aux mêmes conclusions.

Les résultats que je viens de résumer sont encore très rudimentaires dans leur ensemble; néanmoins leur intérêt n'échappera à personne, et il est à désirer que les zoologistes poursuivent dans cette voie des recherches qui pourront nous fournir des renseignements sur le déterminisme du développement de l'œuf, et nous permettre de décomposer le rôle complexe du spermatozoïde.

II. — ZOOLOGIE SYSTÉMATIQUE. ANATOMIE ET EMBRYOLOGIE.

§ 1. — Protozoaires.

Ce sont surtout les Sporozoaires qui ont fait l'objet de travaux importants en 1900. Toutefois, il y a peu de choses à dire au sujet des Coccidies, sur lesquelles Mesnil a publié, dans cette *Revue*², des articles très documentés. Je mentionnerai seulement les travaux de Schaudinn, qui a étudié le cycle complet du développement du *Coccidium Schubergi* et décrit avec beaucoup de détails les phénomènes de la fécondation.

En ce qui concerne les Grégarines, on sait que Cuénot avait montré que l'élimination nucléaire, considérée par Wollers comme préparatoire à une fécondation isogamique, n'était qu'une simple épuration, et que les sporoblastes se formaient sans

qu'il y ait fusion préalable des individus; la fécondation restait donc douteuse. Siedlecki³ a décrit, chez la *Monocystis Ascidiæ*, une reproduction sexuée, mais les phénomènes de sexualité se passent à un stade postérieur à la formation des sporoblastes. L'auteur retrouve les faits énumérés par Cuénot: accolement des deux Grégarines, formation du kyste, puis épuration nucléaire dans chacune de ces deux Grégarines accolées, et enfin division du nouveau noyau pour former des sporoblastes. C'est à ce moment seulement que les deux Grégarines, jusqu'alors distinctes, se pénètrent mutuellement, puis les sporoblastes de l'une se conjuguent avec ceux de l'autre: c'est une véritable copulation isogamique sans trace de réduction karyogamique.

Léger² a retrouvé une fécondation sexuée analogue chez une *Ophryocystis* nouvelle. Deux individus se rapprochent et s'enkystent, et leurs noyaux subissent une réduction karyogamique. Chaque individu se transforme alors en un sporoblaste unique, et les deux sporoblastes d'un même kyste se fusionnent pour donner un sporocyste, également unique, qui, par trois divisions successives, formera huit sporozoïtes. Ici encore il y a isogamie parfaite comme dans le cas précédent. Ces observations sont d'autant plus intéressantes qu'elles se rapportent à un genre très rare et fort mal connu et qui est le seul représentant du groupe des Amébosporidies.

L'École médicale de Rome et celle de Liverpool ont poursuivi leurs intéressantes études sur les Hématozoaires du paludisme. Depuis la publication de l'article de Mesnil que je citais plus haut, plusieurs faits intéressants ont été découverts. D'après Grassi, Bignami et Bastianelli³, les trois *Anopheles* à ailes tachelées d'Italie (*A. maculipennis*, *pictus* et *pseudopictus*) peuvent propager la malaria, mais le premier est l'agent le plus habituel. Le développement du parasite exige une température supérieure à 16°; de 14° à 15°, les Sporozoaires de la fièvre estivo-automnale ou irrégulière ne se développent pas dans le sang de l'*Anopheles*; de 20° à 22°, le développement se fait très lentement, et à 30° le cycle complet de l'évolution a lieu en 7 jours.

Les mêmes auteurs ont montré que les *black-spores* ne sont que des états de régression de l'hématozoaire dans le corps du moustique, et que, par conséquent, aucun fait ne permet encore d'admettre l'infection héréditaire chez l'*Anopheles*. Cette dernière hypothèse avait été émise par Laveran et Manson. L'école italienne soutient au contraire que l'évolution complète du parasite ne peut s'effectuer que dans deux hôtes successifs. Elle admet enfin

¹ *Comptes Rendus*, 1901.

² F. MESNIL: Coccidies et Paludisme, dans la *Revue gén. des Sciences* des 30 mars et 15 avril 1899, t. X, p. 213 et 273.

³ *Bull. Ac. Sc. Cracovie*, 1899.

² *Comptes Rendus*, 1900.

³ *Unters. z. Nat. d. Menschen v. Moleschott*, XVII.

que chaque forme de fièvre est caractérisée par un Hématozoaire spécifiquement distinct : le *Plasmodium malariae* pour la fièvre quarte, le *P. vivax* pour la fièvre tierce, et le *Laverania præcox* pour la fièvre irrégulière. Le développement de cette dernière espèce a surtout été bien étudié; ses gamétocytes ont une forme spéciale : ce sont les corps en croissant de Laveran.

Ce dernier auteur¹ qui, soit dit en passant, n'admet qu'une seule espèce d'Hématozoaire du Paludisme avec plusieurs variétés, a fait un essai de classification des Hématozoaires endo-globulaires qu'il divise en trois groupes :

1° Hématozoaires du paludisme; Hématozoaires des Oiseaux, du singe et des chauves-souris;

2° Hématozoaires des Bovidés, du mouton, du chien et du cheval;

3° Hématozoaires des Vertébrés à sang froid.

Cet auteur² a montré aussi que la loi de coexistence des *Anopheles* et du paludisme sur les mêmes points du globe se confirme de plus en plus, et qu'elle s'applique aussi bien aux régions tempérées qu'aux régions chaudes.

§ 2. — Trochozoaires.

Dans la Revue annuelle de 1899, j'ai résumé l'histoire si remarquable du ver *Palolo* des îles Fiji et Samoa. Goldsborough Meyer³ a observé aux îles Tortugas un nouveau *Staurocephalus* (*St. gregarius*), qui, en raison de ses habitudes, mérite le nom qu'il lui donne d'*Atlantic Palolo*. Comme le *Palolo* du Pacifique, son apparition est en relation avec les phases de la Lune. Les eaux à la surface desquelles il se montre une fois par an ont un fond de Coraux et de Nullipores, parmi lesquels le ver est caché le reste de l'année. Les premiers échantillons se montrent le matin vers quatre heures, et leur nombre augmente très rapidement. La région antérieure des vers ne renferme pas d'éléments sexuels tandis que les segments de la région postérieure sont bourrés de ces éléments. Peu de temps après l'apparition des vers, ces segments sont le siège de contractions violentes, et ils éclatent en mettant en liberté les œufs ou les spermatozoïdes; puis les vers retombent au fond de l'eau, et à neuf heures du matin on n'en rencontre plus un seul échantillon à la surface.

Le *Palolo* atlantique émigre donc tout entier vers la surface à l'époque de la reproduction tandis que, pour celui du Pacifique, c'est la région postérieure seule, chargée de produits sexuels, qui monte à la surface de l'eau.

L'étude de la reproduction des Annélides nous

réservera, sans doute, encore bien des surprises. Ainsi l'on a observé tout récemment certains faits très curieux et tout à fait inattendus dans la fécondation des Hirudinés.

Lorsqu'il existe un organe copulateur, le sperme est injecté directement dans l'appareil femelle, mais, quand cet organe est rudimentaire ou nul (Herpobdellides, Rhynchobdellides et la plupart des Ichthyobdellides), la fécondation s'opère d'une manière vraiment extraordinaire. Au moment de la copulation, un spermatozoaire, fourni par l'un des conjoints, est appliqué sur le tégument de l'autre, puis, comme Kovalevsky¹ l'a établi le premier chez la *Placobdella*, les faisceaux de spermatozoïdes pénètrent dans les tissus sous-jacents en traversant les téguments et arrivent dans la lacune ventrale. Le sperme qui s'échappe pénètre ainsi dans la cavité coelomique, et les spermatozoïdes se dispersent : les uns pénètrent dans les organes phagocytaires ou capsules néphridiennes où ils seront absorbés et digérés, mais la plupart des spermatozoïdes s'insinuent par traînées à travers les parois épaisses de la matrice pour tomber dans l'intérieur où ils rencontrent des œufs qu'ils fécondent.

Ces phénomènes si curieux ont été revus par Kovalevsky², par Brandes³ et surtout par Brumpt⁴ chez plusieurs espèces. Chez les Glossiphonides, les spermatozoaires sont formés de deux tubes distincts, munis d'une paroi élastique servant à injecter le sperme dans les tissus, et la fécondation s'opère comme chez la *Placobdella*. Chez les Ichthyobdellides, les spermatozoïdes, après avoir traversé les téguments, pénètrent dans un tissu particulier, le *tissu vecteur*, formé par l'hypertrophie des parois ovariennes, et atteignent les œufs qu'ils fécondent. Il est à remarquer qu'ici les spermatozoaires sont mous et que les spermatozoïdes sont déjà mobiles avant d'en sortir, ce qui n'est pas le cas chez les autres.

Brumpt s'est assuré qu'il n'y avait jamais de fécondation directe chez les formes où cette fécondation tégumentaire existe.

Il est assez difficile d'expliquer des phénomènes aussi bizarres. Pourquoi les spermatozoïdes, qui, par leur nature, doivent féconder des œufs, deviennent-ils normalement la proie de phagocytes, et pourquoi au lieu d'arriver facilement à l'ovaire par la voie naturelle, l'atteignent-ils par un chemin si compliqué? Brumpt admet que les Hirudinés possédaient primitivement un pénis; celui-ci s'étant atrophié dans un certain nombre de formes, les spermatozoaires se sont peu à peu développés,

¹ *Comptes Rendus*, 1899.

² *Mém. Soc. Zoologique de France*, 1900.

³ *Halle'scher Zeit. f. Nat.*, 1900.

⁴ *Mém. Soc. Zoologique de France*, 1900.

¹ *Cinquantième Soc. Biologie*.

² *C. R. Soc. Biologie*, 1900.

³ *Bull. Museum Compar. Zoology*, XXXVI.

et, rudimentaires d'abord (*Hemicleipsis*), ils se sont différenciés progressivement pour acquérir une forme très compliquée. La fécondation hypodermique permet un accouplement plus facile et plus rapide que la véritable copulation, et, comme elle est plus avantageuse pour l'espèce, elle a été fixée par la sélection.

L. Calvet¹ a repris l'étude de différentes questions relatives à l'histoire des Bryozoaires Ectoproctes marins, en choisissant particulièrement des types vivipares. Il s'est surtout occupé de la métamorphose et de la blastogénèse.

Pendant la métamorphose, il ne retrouve dans l'oozoïte que des tissus ectodermiques et mésodermiques embryonnaires : le polypide n'est formé que de ces seuls éléments et il ne renferme donc que deux feuilletts. La prolifération des cellules ectodermiques est le point de départ de toutes les formations blastogénétiques et l'ectoderme fournit sans cesse des éléments qui constituent le tissu mésenchymateux, l'ancien tissu funiculaire des auteurs, aux dépens duquel se forme le polypide des blastozoïdes. Celui-ci ne renferme donc que des éléments issus de l'ectoderme. Le polypide régénéré a la même origine. L'ectoderme est, en définitive, le seul feuillet qui se perpétue à travers la colonie, et les Bryozoaires offrent un nouvel exemple des différences profondes qu'offrent les développements embryonnaires et blastogénétiques.

On a placé, pendant longtemps, à côté des Bryozoaires le *Phoronis*, que des travaux récents de Mastermann tendraient à rapprocher plutôt des Entéropeustes. D'après les recherches récentes de Roule², c'est la première opinion qui doit décidément prévaloir. Cet auteur a publié une étude très complète sur l'embryogénie d'une espèce commune dans l'étang de Thau, le *Ph. Sabatieri*. Je laisse de côté la première partie du travail, qui est exclusivement descriptive, mais très documentée, pour ne m'occuper que de la seconde dans laquelle l'auteur envisage certaines questions générales, parmi lesquelles deux sont particulièrement intéressantes. L'Actinotroque des *Phoronis* de la Méditerranée diffère de celle des *Phoronis* de l'Océan par plusieurs caractères, dont les principaux touchent au nombre des tentacules et à celui des diverticules du tube digestif. Or, la Méditerranée contient au moins deux espèces distinctes de *Phoronis*, et l'espèce de l'Océan ressemble beaucoup à l'une d'elles. Les deux espèces méditerranéennes ont aussi une même forme larvaire, et l'espèce océanique possède une forme larvaire

différente de celle qui appartient à sa similaire de la Méditerranée. Il en résulte cette conséquence curieuse que deux espèces différentes à l'état parfait ont des formes larvaires identiques et, réciproquement, que deux espèces semblables (ou peu s'en faut) à l'état parfait ont des formes larvaires dissemblables.

Roule montre combien est inexacte l'opinion de Mastermann, qui croyait à une affinité directe et immédiate entre l'Actinotroque et les Entéropeustes. Il fait avec les Phoronidiens une classe de son embranchement des Trochozoaires et les place près des Bryozoaires dans un groupe à part, voisin des Ptérobranches. De plus, il trouve, dans la structure de l'Actinotroque, une concordance avec celle des jeunes embryons de Vertébrés et de Tuniciers. Le vestibule buccal, recouvert par le capuchon céphalique, représente à ses yeux la région postérieure d'un neuraxe qui ne se développe pas davantage, et disparaît par la suite. Le diverticule du tube digestif, dont les cellules deviennent vacuolaires, représente à son tour une ébauche de notocorde, qui se détruit également, et manque à l'adulte après avoir existé chez la larve. Les relations mutuelles de ce diverticule avec le vestibule buccal rappellent exactement celles de la notocorde et du neuraxe pris à leurs débuts. Comme l'Actinotroque se rapproche d'autre part de la Trochophore, larve des Vers annelés, l'auteur conclut en reprenant et modifiant l'ancienne opinion des naturalistes. On disait autrefois : le Vertébré est un Annélide retourné. D'après Roule, cette assertion est inexacte si on l'applique aux adultes, mais elle est juste si on l'emploie pour les embryons encore très jeunes. Il faut dire : l'embryon du Vertébré est une Trochophore retournée. Les larves des Phoronidiens constituent ainsi la transition réelle des larves d'Annélides aux embryons des Tuniciers et des Vertébrés. Passé ces phases larvaires, ces êtres établissent leur organisation suivant des plans différents, et ne peuvent plus se comparer avec exactitude.

Cette conception n'enlève rien aux affinités des Entéropeustes avec les Chordés, qui sont admises presque universellement, mais que Spengel combat encore. Au cours de ses recherches sur les Entéropeustes du Pacifique, Willey¹ a eu l'occasion d'examiner une forme nouvelle très primitive, le *Ptychodera flava*, chez lequel ces affinités apparaissent avec la plus grande évidence. Cet auteur est d'ailleurs convaincu que si Spengel avait pu prendre comme point de départ de ses recherches une forme telle que le *Pl. flava*, au lieu du *Pl. mi-*

¹ Thèse de Doctorat, ès sciences, Paris, 1900.

² Ann. Sciences Naturelles Zool., 1900.

¹ Zoological Results, Part. III. Enteropneusta from South Pacific.

nuta de Naples, son opinion aurait été complètement modifiée. Spengel n'avait pas établi de division dans les Enteropneustes; Willey comble cette lacune et il répartit les formes connues en trois familles : *Ptychodéridés*, *Spengéliidés*, et *Balanoglossidés*.

§ 3 — Arthropodes.

Cet embranchement a été l'objet de travaux particulièrement nombreux en 1900; la plupart se rapportent aux Insectes. L'un des plus importants est une thèse de Ch. Janet, dont la première partie comprend une monographie de la *Myrmica rubra*, remarquable par la précision et l'abondance des détails. L'étude de la musculature, du système nerveux central et des nerfs périphériques, a conduit l'auteur à considérer la tête de l'Insecte comme formée par un nombre de somites plus élevé que celui qu'on admettait jusqu'ici.

On sait que ces somites, au nombre de six, sont désignés de la manière suivante :

- I. Somite proto-cérébral ou du labre
- II. — deuto-cérébral ou antennaire
- III. — trito-cérébral ou post-antennaire
- IV. — mandibulaire
- V. — maxillaire
- VI. — labial

Je ferai remarquer, en passant, que l'existence du somite III ou post-antennaire se trouve confirmée par les recherches de Folsom¹ qui a trouvé, chez des *Collembola* adultes, une paire d'appendices rudimentaires situés en arrière du somite II et ne pouvant appartenir qu'à ce somite III.

Janet considère que le système nerveux sympathique de la portion stomodœale du tube digestif, qui comprend trois ganglions, est le prolongement antérieur de la chaîne nerveuse: Pour lui, ces ganglions correspondent à autant de somites qu'on n'avait pas soupçonnés jusqu'à présent, parcequ'ils se sont contractés et invaginés en modifiant la structure de leur épiderme pour en faire l'épithélium du stomodœum. La tête des Insectes serait donc composée de neuf somites, et, aux six somites signalés plus haut, il convient d'ajouter les trois suivants qui les précèdent et que Janet appelle :

- I. Somite proto-stomodœal ou du gésier
- II. — deuto-stomodœal ou œsophagien
- III. — trito-stomodœal ou clypéo-pharyngien

A part un Mémoire de Prowazek² qui a constaté chez un Thysanouze (*Isotoma grisea*), que la segmentation était d'abord totale et presque égale et ne devenait superficielle qu'ultérieurement, ce qui prouve que le type de segmentation des Insectes a été acquis secondairement, la plupart des travaux

relatifs au développement de ces animaux se rapportent surtout à la métamorphose.

On a volontiers considéré jusque dans ces dernières années que le phénomène essentiel et primordial de la métamorphose était la phagocytose, ainsi que les travaux de Kovalewsky, de Metchnikoff, de Van Bees, etc., paraissaient l'avoir établi. Cependant Korotneff, en 1892 déjà, avait nié formellement la phagocytose chez les Tinéides, et plus récemment Karawawew avait, en 1898, soutenu la même thèse pour les Fourmis. Cette importante question a été reprise de différents côtés, et elle est tout à fait à l'ordre du jour en ce moment.

Terre³ affirme que, chez l'Abeille, la destruction des muscles ne s'opère pas par phagocytose. Dans la larve, les muscles offrent déjà deux sortes de noyaux : des grands noyaux, qui se chromatolysent lors de la nymphose pour disparaître ensuite, et des petits noyaux, qui se multiplient pendant la métamorphose et serviront à la réédification des muscles de l'imago (*myoblastes imaginiaux*). La substance contractile disparaît sans formation de sarcoytes ni englobement de ceux-ci par des éléments migrants, et il n'y a pas formation de boules à noyaux. Quant au tissu adipeux, il disparaît par dégénérescence chimique sans phagocytose. Ce dernier fait a été confirmé par Kochevnikoff⁴.

Anglas⁵ observe, chez la Guêpe et l'Abeille, que certains muscles sont envahis par les leucocytes, qui digèrent sur place les fragments musculaires, mais sans former de boules à noyaux, tandis que d'autres rentrent d'eux-mêmes en régression. De même, les cellules des glandes de la soie et des tubes de Malpighi dégèrent sans intervention de leucocytes. Les cellules adipeuses subissent une dégénérescence granulo-graisseuse et persistent jusqu'à l'éclosion. L'auteur admet que des éléments cellulaires peuvent agir sur d'autres éléments et les détruire : il désigne ce fait sous le nom général de *lyocytose*. Les rapports entre le lyocyte et les éléments digérés peuvent d'ailleurs varier : la lyocytose peut s'exercer, soit à distance, soit par accolement, soit par englobement (ce dernier cas est la phagocytose). La lyocytose d'Anglas a été critiquée par plusieurs auteurs.

Berlese⁶ a suivi la transformation du tissu adipeux chez les Diptères et trouve, comme Anglas, que le tissu adipeux ne disparaît pas pendant la métamorphose, mais qu'il se charge de granules albuminoïdes (qui ont été pris par Van Bees pour des leucocytes). Ce tissu ne s'histolyse même pas et servirait, d'après l'auteur, à élaborer les matériaux

¹ C. R. Soc. Biologie, 1899 et Bull. Soc. Entomol., 1900.

² Zool. Anz., 1900.

³ Bull. Scientif., 1900.

⁴ Revista di Patolog. vegetale, 1899.

¹ Psyche, vol. VIII.

² Arb. Zool. Institut Wien, 1900.

pour les tissus en voie de formation. Ces faits ont été vérifiés par Supino et Henneguy. Dans un travail plus récent, Berlese étend ses conclusions à tous les groupes de *Matabola*; il ajoute que les leucocytes n'altèrent en rien les particules de substances qu'ils ont englobées et ne servent qu'à transporter ces particules : ils ne joueraient qu'un rôle tout à fait secondaire dans la destruction. L'auteur admet surtout une dégénérescence chimique, transformant la substance musculaire en substance assimilable, qui serait ensuite transportée par les leucocytes.

Seul parmi les auteurs récents, Pérez¹ affirme que, chez les Fourmis et les Tinéides, l'histolyse est due exclusivement à la phagocytose, tout en reconnaissant que les boules à noyaux font défaut.

Il semble résulter des recherches que je viens de citer que l'histolyse ne s'effectue pas de la même manière dans tous les groupes d'insectes; mais, en tous cas, la plupart des auteurs s'accordent actuellement pour admettre que les phénomènes phagocytaires, lorsqu'il s'en produit, sont précédés d'un état semi-pathologique, dégénérescence ou nécrobiose chimique; cet état peut être attribué à des causes complexes, asphyxie, inanition, sécrétions internes de l'organisme métabole, etc. Comme le fait remarquer Giard, dans une communication à la Société de Biologie, on ne peut conclure que les muscles ne sont pas touchés de ce qu'ils ne présentent pas d'altérations visibles. Ce savant cite, à ce sujet, des exemples frappants de muscles manifestement altérés, sans qu'on puisse déceler ces altérations au microscope. « Refuser d'admettre, ajoute Giard, que le point de départ de l'histolyse se trouve dans les altérations préalables des tissus et prétendre que les phagocytes, surexcités par des stimulines, vont attaquer précisément les éléments condamnés à disparaître, c'est, il me semble, revenir sous une forme nouvelle à la théorie de la prédestination, aux propriétés prépotentielles des plastides, et un mot aux idées vitalistes et théologiques si contraires aux progrès de la science. »

Notons enfin qu'à la suite de la communication de Giard, Mesnil, au nom de Metchnikoff et au sien, insiste sur l'apparition précoce de la phagocytose, celle-ci intervenant dès le début de l'histolyse, que les myoplagies soient d'origine musculaire ou leucocytaire, mais il ajoute : « Nous pensons volontiers, avec M. Giard, que, dans un grand nombre de cas, le point de départ de l'histolyse existe dans une altération préalable des tissus ».

Caullery et Mesnil², en observant un Crustacé Epicaride parasite des Balanes (*Hemioniscus balanii*),

ont eu l'occasion de constater dans certains appendices une disparition de fibres musculaires qu'ils attribuent à une phagocytose. Ce phénomène a lieu quand le Crustacé, qui est protandre, passe de l'état mâle à l'état femelle.

Les Epicarides sont des êtres très remarquables, en raison des modifications profondes que le parasitisme leur imprime. Jules Bonnier³ vient de leur consacrer un splendide volume, dans lequel il s'occupe plus particulièrement des Bopyridés et qui complète les recherches antérieures qu'il avait entreprises avec Giard. Les parties les plus intéressantes de ce mémoire se rapportent naturellement au développement. Les Epicarides qui, à l'état adulte, offrent des déformations si diverses, sortent tous de la cavité incubatrice sous la même forme larvaire, que Bonnier appelle le stade *epicaridien*. L'uniformité remarquable de cette forme démontre l'origine monophylétique de tout le groupe. A ce stade, l'Epicaride ressemble à un petit Isopode globuleux, ramassé sur lui-même. La phase *cryptoniscienne*, qui lui succède, est essentiellement adaptée à la vie libre et pélagique et contraste, par ses formes élancées et ses appendices grêles, avec la précédente. Les organes sensoriels que possède cette larve l'aident dans la recherche de l'hôte sur lequel elle se fixe et où elle subit une métamorphose que Bonnier étudie en détail. Les Cryptonisciens atteignent leur maturité sexuelle sous la forme *cryptoniscienne*, et l'étrange déformation qu'offrira la femelle ne sera due qu'au développement des ovaires et de la cavité incubatrice. Les Bopyridés, au contraire, subissent une transformation nouvelle et parviennent à un stade *Bopyridien*, qui restera définitif chez le mâle et qui se modifiera ultérieurement chez la femelle par le développement des ovaires.

Les observations de Bonnier lui ont permis d'établir les relations phylogénétiques des différentes familles d'Epicarides. Nous avons dit plus haut que ceux-ci étaient monophylétiques. Les formes les plus simples sont les *Mieroniscidés*, parasites des Copépodes, qui se fixent déjà au stade Epicaridien : ce sont les plus voisins de la souche commune. Après eux se détachent les *Cryptoniscinés*, dont les formes inférieures, parasites des Cirripèdes, des Ostracodes et des Rhizocephales, ont la partie antérieure modifiée pour la fixation, tandis que la région postérieure, complètement déformée, constitue la cavité incubatrice; chez les formes supérieures, parasites des Arthrostracés, toute la surface du corps constitue un vaste sac incubateur; enfin, une dernière famille, remarquable par sa

¹ C. R. Soc. Biologie, 1900.

² C. R. de la Société de Biologie, 1900.

³ Contribution à l'étude des Epicarides. Thèse de Doctorat, es sc. Nat., Paris, 1900.

dégradation, est parasite des Schizopodes. Dans toutes ces formes, les pléopodes des larves épicaridiennes sont biramés. Il n'en est plus de même chez les *Bopyrinés*, où ces appendices n'ont qu'une seule rame. La première famille, celle des *Dajidés*, est parasite des Schizopodes; les trois autres familles sont parasites des Décapodes et la fixation a lieu, soit sur l'abdomen (*Phryxidés*), soit dans la cavité branchiale (*Bopyridés*), soit enfin dans la cavité viscérale elle-même (*Entoniscidés*). L'évolution des Epicarides a donc suivi d'une manière très précise celle des Crustacés, et leurs formes se compliquent en même temps que leurs hôtes s'élèvent.

§ 4. — Vertébrés.

Les mémoires publiés en 1900 sur les Vertébrés se rapportent presque tous à l'anatomie comparée ou à l'organogénie et n'ont pas leur place dans cette *Revue*. Je ne vois guère à signaler ici que les travaux de Bashford Dean¹ et de Dofflein² sur le développement du Bdellostome. Depuis longtemps les zoologistes avaient fait de vains efforts pour arriver à connaître l'embryologie des Myxinoïdes; le sujet était intéressant, car ils espéraient pouvoir en tirer des renseignements précis sur la position systématique des Cyclostomes qui, pour les uns, sont des types ancestraux et, pour les autres, des formes dégénérées. Cette lacune a été comblée par les deux auteurs ci-dessus, qui ont réussi à se procurer des matériaux suffisants sur les côtes de Californie. Les observations de B. Dean sont surtout très complètes et son mémoire est illustré de superbes dessins. Les œufs du *B. Stouti* sont peu nombreux, chaque femelle n'en pondant qu'une vingtaine; ils ont la forme d'un ovoïde très allongé, ayant 25 millimètres de longueur sur 7 de largeur environ, et ils sont munis à leurs pôles de filaments à l'aide desquels ils restent attachés en chaîne les uns aux autres. Le petit nombre et les grandes dimensions de ces œufs contrastent avec le nombre élevé et la petite taille des œufs de Lamproie. Ces différences s'affirment dans le cours du développement. Ainsi la segmentation est méroblastique et assez voisine de celle des Sélaciens. Il y a, entre la segmentation du Bdellostome et celle de la Lamproie, des différences analogues à celles que l'on connaît entre la segmentation des Sélaciens et celle des Ganoïdes.

En ce qui concerne le développement des organes, il faut surtout noter la formation du système nerveux par invagination; de plus, le cerveau est remarquablement allongé dans l'embryon du Bdellostome et il se rétrécira ultérieurement. B. Dean n'observe pas, au cours des l'embryogénie, la

moindre indication d'arcs viscéraux ni de membres pairs, et il ne trouve aucune preuve en faveur de l'hypothèse que l'œil pinéal des Craniotes représente une structure primitive. En revanche, la présence d'une série régulière et, dans tout le corps de l'embryon, de tubes segmentaires formant un pronéphros représente pour lui un caractère primitif.

L'embryogénie du *B. Stouti* ne fournit donc aucun fait tendant à prouver que les Cyclostomes sont des formes dégénérées; elle permet, au contraire, de retrouver certaines dispositions primitives, et B. Dean incline à considérer les Myxinoïdes comme des larves d'Amphioxus très évoluées.

Dans la *Revue annuelle* de 1898, j'ai déjà indiqué quelques-uns des faits les plus importants observés par G. Kerr pendant le développement du *Lepidosiren*. L'auteur, qui n'avait alors publié qu'une courte note préliminaire, vient de donner un travail complet accompagné de planches¹. Aux renseignements qu'il avait déjà fournis, il ajoute des observations sur les transformations de la larve, sur le remplacement des branchies externes, portées, sur les quatre premiers arcs branchiaux, par les branchies internes, etc.

III. — GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE. FAUNES.

§ 1. — Faunes des eaux douces et saumâtres.

Les zoologistes suisses poursuivent très activement les recherches qu'ils ont entreprises sur la distribution du Plankton dans les nombreux lacs de leur pays et ils ont publié en ces derniers temps des travaux d'une grande importance.

Dans un mémoire d'ensemble, Burkhardt² fait connaître la composition et la répartition du Plankton dans les différents lacs suisses suivant leur profondeur, la température de l'eau et l'altitude. Il divise les lacs suisses en quatre catégories, offrant chacune une faune spéciale :

1° Les grands lacs de la plaine, jusqu'à 750 mètres d'altitude, caractérisés par la présence des *Daphnia hyalina*, *Bosmina coregoni*, *Leptodora*, etc., et par l'absence de *Daphnia longispina*. Ces grands lacs se subdivisent eux-mêmes en lacs profonds et froids (lac de Genève, de Thun), lacs profonds et chauds (lac de Neuchâtel), et lacs peu profonds, avec des associations fauniques également très tranchées.

2° Les petits lacs de la plaine, caractérisés par les *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, et auxquels manquent les *Bythotrephes longimanus* et *Bosmina coregoni*.

3° Les lacs des Alpes, au-dessus de 750 mètres, avec les *Daphnia longispina* et *Diaptomus denticornis*; les *Bythotrephes* et *Leptodora* font défaut.

¹ *Festschrift z. Kuppfer*, Fischer, Jena.

² *Verh. deut. Zool. Gesellschaft*, 1900.

¹ *Phil. Transact*, 1900.

² *Rev. Suisse de Zoologie*, 1900.

4° Les lacs du Jura, sans caractères bien tranchés.

Certains Crustacés offrent des variations fort curieuses qui affectent particulièrement le *Bosmina coregoni*; chaque lac en possède, en effet, une variété locale particulière qui change de l'une à l'autre. Burkhardt a comparé toutes ces variations et il les réunit en sept groupes principaux. Les *Daphnia hyalina* offrent des variations analogues, mais dans certains lacs seulement. Une remarque semblable peut être faite au sujet des Corrégones. Ces variations tiennent à ce que les lacs de Suisse ne sont pas reliés par des cours d'eau à courant peu rapide et qu'en ce pays tous les cours d'eau ont le caractère de torrents. Les migrations étant ainsi rendues impossibles, les individus restent répartis en colonies qui varient dans des directions différentes. Des remarques analogues ont été faites par Minnie Enteman sur les *Daphnia longispina* des lacs du Wisconsin.

Dans un autre travail très documenté¹, Burkhardt étudie plus spécialement le lac de Neuchâtel à 1 point de vue des variations diurnes et saisonnières et de la distribution en profondeur du Plankton. C'est en juillet que le Plankton est le plus abondant, et ce maximum est suivi d'une diminution qui devient très rapide en octobre et se continue jusqu'en décembre, puis la quantité se relève : en février on observe un nouveau maximum, plus faible qu'en juillet, et suivi d'une nouvelle diminution. Furman² a fait, de son côté, des constatations analogues dans le lac de Neuchâtel, et Yung³ a également trouvé dans le lac de Genève deux maxima : l'un en juin et l'autre en décembre, celui-ci moins marqué, et deux minima : l'un à la fin de l'hiver et l'autre à la fin de l'été.

En ce qui concerne la distribution du Plankton en profondeur, Burkhardt établit quatre zones :

1° La zone des Rotifères, qui s'étend de la surface jusqu'à 20 ou 30 mètres ;

2° La zone des Cladocères, qui s'étend jusqu'à 70 mètres en été et 150 mètres en hiver ;

3° La zone des Copépodes, qui descend jusqu'à 80 mètres en été et jusqu'au fond en hiver ;

4° La zone abyssale qui ne renferme que quelques formes très rares (*Triarthra longiseta*).

Comme on le voit, les limites de ces zones varient en été et en hiver. En effet, de juin à septembre, les couches au-dessous de 80 mètres paraissent être inhabitées; en octobre, on trouve déjà à 100 mètres les *Diatomus laciniatus*, qu'on rencontre en novembre jusqu'à 150 mètres; en décembre tous les *Diatomus*, et en janvier les *Cyclops*, atteignent ou

dépassent cette profondeur. Puis, à mesure que l'été s'avance, les profondeurs se dépeuplent progressivement. Le Plankton capturé entre 100 et 200 mètres représente, de juin à septembre, 0 à 0,2 % de la quantité totale, et de janvier à mars 10 à 20 % de cette quantité.

Ces migrations saisonnières sont assez difficiles à expliquer. Burkhardt pense que les animaux suivent dans leur chute les Diatomées et les Anurées qui meurent à la fin de l'été et dont les cadavres tombent au fond du lac. En hiver, les pêches profondes ramènent effectivement de grandes quantités de ces algues mortes. En été, les animaux remontent vers les couches superficielles qui se peuplent d'algues dont ils font leur nourriture.

Les oscillations diurnes du Plankton ont déjà été observées dans les lacs suisses et Burkhardt a remarqué qu'elles variaient beaucoup d'amplitude, non seulement suivant l'éclairage et l'état de l'atmosphère, mais aussi et surtout suivant les espèces considérées. Elles sont à peu près nulles chez les Rotifères tandis qu'elles sont très marquées chez les *Bosmina coregoni*, *Leptodora hyalina* et *Cyclops*; mais ce sont les *Bithothrephes longimanus* et certains *Diatomus* qui offrent les plus grandes oscillations, celles-ci pouvant atteindre 20 et même 50 mètres.

Ces faits, confirmés par Fuhrman, ont été également observés par Yung dans le lac de Genève. Or, on sait, d'autre part, que ces oscillations n'existent pas dans les lacs de l'Allemagne du Nord. A quoi tient cette différence? Incontestablement à cette circonstance que ces derniers ont une eau peu transparente et que les algues, qui y sont très abondantes, forment à la surface une couche absorbant une grande partie des rayons lumineux. Les espèces très sensibles à la lumière peuvent donc séjourner dans les couches superficielles. Au contraire, dans les lacs suisses, dont l'eau est d'une si remarquable transparence et où les algues sont peu abondantes, ces mêmes espèces devront s'enfoncer pendant le jour et n'apparaîtront que la nuit à la surface, ainsi que le font les animaux pélagiques marins.

La faune des marais salants de Lorraine, qui sont dus à la présence de dépôts triasiques de sel gemme, et dans lesquels la salure varie beaucoup, a fourni à Florentin⁴ matière à d'intéressantes observations. Cette faune est surtout très riche en Protozoaires (Rhizopodes, Flagellés et Infusoires), mais n'offre qu'un nombre relativement restreint de Métazoaires appartenant à différents ordres : Nématodes, Turbellariés, Rotateurs, Gastérotiches, Oligochètes, Crustacés, Insectes, Batraciens, Poissons.

¹ *Mith. Naturl. Ges. Luzern*, III, 1900.

² *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, 1899.

³ *Archives des Sciences phys. et nat. Genève*, 1899.

⁴ *Ann. Sciences Naturelles, Zool.*, 1899.

La plupart de ces formes vivent dans les eaux douces du voisinage, mais d'autres ne sont connues que dans la mer et quelques-unes sont spéciales à ces mers. Quelle est l'origine de ces formes franchement marines? Florentin se refuse à admettre des immigrations passives et il est d'avis que les types marins, ainsi que ceux qui sont propres aux mers salées, viennent de la transformation d'espèces d'eau douce. D'abord l'existence de formes propres aux mers, et que l'auteur peut facilement rattacher à des espèces des eaux douces voisines, est un argument en faveur de cette manière de voir, mais il y a des preuves directes. Ainsi Florentin a pu suivre dans les mers la transformation d'une Infusoire d'eau douce (*Frontonia leucus*) en une autre espèce qui n'avait encore été trouvée que dans la mer.

Il est à remarquer que les individus vivant dans l'eau salée des mers ne diffèrent ordinairement pas des échantillons de même espèce vivant en eau douce. Cependant des variations peuvent se produire. Chez les Protozoaires, les changements portent sur la taille et surtout sur la structure du protoplasma qui devient plus ou moins vacuolaire; les Infusoires offrent des variations parfois considérables dans leur appareil ciliaire. Chez les Epinoches, les changements portent sur la taille et le nombre des plaques latérales.

§ 2. — Faunes marines.

Les publications auxquelles ont donné lieu les grandes expéditions zoologiques se sont continuées en 1900 faisant suite aux volumes antérieurs. Trois fascicules de la *Nordske Nordhavs Expedition* sont consacrés aux Thalamophores, aux Bryozoaires et aux Hydraires. Les *Résultats des Campagnes scientifiques du Prince de Monaco* se sont accrus des Nudibranches étudiés par Bergh, des Géphyriens étudiés par Sluiter, d'un supplément aux Décapodes dû à Milne Edwards et Bouvier, et enfin d'un très important travail de Chevrenx sur les Amphipodes, où sont décrites 173 espèces dont 39 nouvelles.

Les *Bulletins* et les *Mémoires du Museum of comparative Zoology at Harvard College* renferment les travaux de Lütken et Mortensen sur les Ophiures et de Garman sur les Poissons recueillis par l'*Albatross*, ainsi qu'un grand Mémoire d'Agassiz sur les îles Fiji et leurs récifs coralliens. Goldsborough Mayer, après avoir décrit les Méduses des îles Tortugas (Floride), fait observer qu'elles se rapprochent beaucoup plus de celles du Pacifique sud que de celles de la côte occidentale d'Afrique, des îles Canaries par exemple. Au contraire, les Siphonophores des îles Tortugas sont voisins de ceux des îles Canaries.

Un nouveau fascicule, consacré aux Alciopidés et aux Tomoptéridés et dû à Apstein, s'est ajouté aux

Ergebnisse de l'Expédition du Plankton. Tandis que les Tomoptéridés sont abondants partout, les Alciopidés sont plutôt rares et, sur 801 pêches exécutées par le *National*, 696 n'ont pas fourni un seul Alciopidé, 96 ont fourni un seul individu et une seule en a fourni 14. Les individus sont donc peu abondants et les associations très rares.

La *Commission pour l'étude des Mers allemandes* a publié d'intéressantes recherches de Heineke et Ehrenbaum sur les œufs et les larves des Poissons du golfe de Kiel. Les auteurs décrivent avec beaucoup de détails les œufs pélagiques et indiquent les caractères qui permettent d'arriver à une détermination précise. Dans le même volume, Dunker s'occupe de la variation et de l'assymétrie chez le Flet et donne des statistiques sur la variation dans la position des yeux, la taille du corps, le nombre des rayons des nageoires, etc.

Wiley¹ a continué la publication de ses *Zoological results*; les deux derniers volumes renferment une série de monographies sur les Crustacés, les Bryozoaires, les Hydraires, les Aleyonaires de la Nouvelle-Guinée, ainsi que ses recherches sur les Entéropneustes dont j'ai parlé plus haut. Je signalerai enfin une nouvelle publication, qui n'est encore qu'à ses débuts, sur la faune des côtes d'Australie, d'après les résultats de l'Expédition de la « *Tethys* »: les Poissons et les Crustacés ont déjà paru.

Parmi les travaux relatifs à la faune de nos côtes, il faut mentionner ceux de Roule sur les Zoanthaires de Corse² et de Lacaze-Duthier sur les Aleyonaires du golfe du Lion³. Topsent continue ses Études monographiques des Spongiaires de France: son nouveau Mémoire a pour objet les Hadromérines. Ce groupe renferme des Eponges fort répandues et remarquables par leurs caractères extérieurs: aussi ont-elles fréquemment attiré l'attention des naturalistes qui, malheureusement, le sont décrites sous les noms les plus différents. Une révision de ces formes s'imposait absolument et Topsent s'en est acquitté avec la compétence qu'on lui connaît⁴.

Nansen⁵ a publié le premier volume des *Résultats Scientifiques* de son Expédition polaire (1893-96). On y trouvera un mémoire de Nansen et Collet sur les Oiseaux polaires et un autre de Sars sur les Crustacés pélagiques recueillis par le *Fram*. Les formes dominantes sont les Copépodes, mais la plupart des espèces sont identiques à celles qui ont déjà été trouvées à des latitudes moins élevées.

F. Römer et F. Schaudinn ont entrepris, sous le nom de *Fauna Arctica*, l'étude des collections qu'ils

¹ *Mém. of the Austral. Museum*, 1899 et 1900.

² *Bull. Soc. Zool., France*, 1900.

³ *Arch. Zool. Exp.*, 1900.

⁴ *Arch. Zoolog. Expedit.*, 1900.

⁵ *The Norwegian North Polar Expedition*. Vol. I. 1900.

ont recueillies en 1898 dans les parages du Spitzberg. Les deux fascicules qui ont paru renferment une série de monographies des Hexactinellides, des Nématodes, des Baleines, des Cirripèdes, des Décapodes, des Échinodermes, et la description d'un nouveau *Proneomenia*. L'intérêt qu'ils offrent tient non seulement aux descriptions des espèces, mais aussi à la révision que les collaborateurs s'astreignent à faire, à propos de chaque groupe, de toutes les formes arctiques connues. La relation générale du voyage renferme, en outre, d'importantes observations sur la distribution des faunes sur les côtes du Spitzberg. Deux courants marins convergent vers ces îles : un courant chaud venant du sud, qui s'étale sur les côtes ouest et nord-ouest, et un courant froid venant du nord, qui suit la côte nord-est. Or la richesse de la faune sur la côte est et nord-est contraste avec la pauvreté des côtes ouest et nord-ouest. Celles-ci n'offrent, en effet, que des Échinodermes, assez abondants, à la vérité, des Pantopodes, quelques Mollusques, et un très petit nombre de Foraminifères. Sur les côtes est, on trouve au contraire d'épaisses forêts d'Hydriaires et de Bryozoaires; les Actinies, les Éponges calcaires, les Ascidies, les Aleyonaires, les Annélides, les Crustacés, etc., sont très nombreux.

F. Römer et F. Schaudinn ont rencontré, au nord du Spitzberg, vers 81°32' lat. N. et à une profondeur de 1.000 mètres et au-dessus, une faune abyssale tout à fait particulière, qui diffère de la faune des autres parages du Spitzberg et de celles des régions arctiques en général. Cette faune est caractérisée par des Éponges siliceuses, Tétraxoniés et surtout Hexactinellides, d'une abondance extraordinaire; par des Aleyonaires, des Pennatules, et de nombreux Foraminifères. F. E. Schultze, qui a étudié ces Hexactinellides, n'y a rencontré que des genres nouveaux. Quand cette faune sera connue, il sera de la plus grande importance de la comparer à la faune antarctique abyssale, et les résultats de cette comparaison permettront peut-être de résoudre la question, en ce moment très controversée, des faunes bipolaires.

J'ai déjà entretenu les lecteurs de la *Revue* de la théorie de la bipolarité des faunes¹. D'après cette théorie, les faunes marines arctiques et antarctiques auraient une composition identique, due non seulement à une origine commune, mais aussi à des migrations qui se feraient, d'un pôle à l'autre et par les profondeurs, à travers les régions tropicales. Il semble actuellement que la théorie de la bipolarité ait été émise trop hâtivement, et que son point de départ ait été une connaissance insuffisante des faunes antarctiques ou, pour être plus

exact, *subantarctiques*. En effet, depuis que l'attention a été attirée sur cette question, on a pu constater que plus nos connaissances sur la faune des régions australes s'étendaient et se précisaient, et plus les dissemblances entre celle-ci et les faunes arctiques s'affirmaient, tandis qu'on ne découvrait aucune forme bipolaire. Ainsi Ludwig², qui a comparé avec beaucoup de soin les Holothuries et les Ophiures arctiques et subantarctiques, ne trouve pas une seule espèce commune. Weltner³ arrive au même résultat pour les Cirripèdes, et Watters⁴ pour les Bryozoaires.

C'est à dessein que j'ai employé, dans les lignes qui précèdent, le terme *subantarctique*; car, avant 1898, aucune exploration zoologique n'avait dépassé le 55° lat. S., et la faune des régions antarctiques proprement dites nous était totalement inconnue. C'était là une grosse lacune, comblée maintenant grâce à la campagne récente de la *Belgica* dans l'Antarctique⁵. Pendant ce voyage, des collections terrestres et d'eau douce ont d'abord été recueillies, puis de nombreux dragages ont été exécutés à des profondeurs atteignant 600 mètres.

L'étude des collections recueillies par la *Belgica* est à peine commencée; cependant les principaux résultats fournis par les groupes des Échinides, des Ophiures et des Spongiaires sont déjà connus. La détermination des deux premiers groupes m'avait été confiée, et j'ai constaté⁶ que toutes les espèces, au nombre d'une vingtaine, capturées pendant la dérive de la *Belgica*, étaient nouvelles, mais qu'elles n'offraient aucune analogie ni avec les espèces subantarctiques, ni avec les espèces arctiques. Non seulement il y a une dissemblance complète des espèces, mais encore une répartition toute autre des genres; ce résultat est absolument contraire à la théorie de la bipolarité.

Topsent⁶ est arrivé à des conclusions identiques pour les Éponges. La faune antarctique est caractérisée par l'absence de Tétractinellides et l'abondance des Hexactinellides; la plupart de ces dernières sont nouvelles et n'offrent pas un seul type bipolaire.

J'ajouterai enfin que Racovitza⁷, qui a fourni de très intéressantes observations sur la biologie des Oiseaux antarctiques, a constaté qu'il n'y avait parmi eux aucune forme arctique. Ce fait n'a, d'ailleurs, rien de surprenant.

R. Köhler,

Professeur de Zoologie à l'Université de Lyon

¹ *Hamburg. Monats. Sammelreise*, 1899.

² *Fauna arctica*, I.

³ *Journ. Linn. Soc.* Vol. XXVIII.

⁴ Voyez la *Revue* du 30 janvier 1901.

⁵ *Bull. Ac. R. Belgique et C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1900.

⁶ *Comptes rendus*, 1901.

⁷ *Soc. Royale belge de Géographie*, 1899.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

De Fages, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — **Les Travaux publics du Protectorat Français en Tunisie.** — 3 vol. in-8°, 900 pages, Picard, éditeur. Tunis, 1900.

M. de Fages, ingénieur des Ponts et Chaussées, adjoint au Directeur général des Travaux publics de la Régence, a eu pour but, en publiant cet important ouvrage, de dresser une sorte de bilan de l'œuvre entreprise par son Administration pendant les quinze dernières années du XIX^e siècle. Ayant activement collaboré, depuis neuf ans, à la préparation de tous les grands travaux nécessaires à la mise en valeur de la Régence, il était aussi qualifié pour exposer l'organisation actuelle des services qui ont créé cet outillage économique, l'état de la législation concernant chacun de ces services et les résultats matériels obtenus¹.

Le caractère technique de cette étude la rend surtout intéressante pour les spécialistes en la matière. Ingénieurs, conducteurs, géomètres ou entrepreneurs y trouveront des détails abondants et précis sur les méthodes employées pour la parfaite exécution des travaux publics. Les difficultés surmontées dans le creusement et l'aménagement des quatre grands ports aujourd'hui ouverts au commerce, les conditions d'établissement des chemins de fer et tramways, les opérations topographiques et cadastrales provoquées par les demandes d'immatriculation foncière sont passées en revue avec un soin minutieux. Toutes les fois qu'une particularité vaut la peine d'être relevée et permet de constater qu'on ne se borne pas, en Tunisie, à copier servilement les procédés en usage dans la métropole, l'auteur a pris soin de signaler le fait à notre attention. C'est ainsi que le mode de construction des quais du port de Tunis donne lieu à une description détaillée qui complètent des plans, coupes et gravures, indiquant les difficultés qu'il a fallu vaincre pour répartir les pressions sur les fonds argilo-vaseux où reposaient les fondations de l'ouvrage, véritable digue ayant vingt-deux mètres de largeur à la base, en moellons et débris de carrière immergés dans une fouille draguée jusqu'à la cote — 8^m,80. Sur cette digue furent élevés soixante-dix piliers en maçonnerie, qui supportent les 600 mètres de quai entourant le bassin.

L'emploi des voies submersibles sur la ligne Kairouan-Sousse provoque aussi des explications nettes et précises, permettant notamment de constater que ce type remplace économiquement les viaducs dans les plaines à inondations passagères.

Dans un autre ordre d'idées, il était bon de mentionner que toutes les stations des chemins de fer à voie étroite sont reliées par une ligne téléphonique.

Insistant plus spécialement sur le chemin de fer Sfax-Gafsa, M. de Fages répond aux critiques très vives émises dans ces derniers temps contre cette entreprise en prouvant que la constitution de la voie a été l'objet d'une étude très approfondie. La largeur de la plateforme a été, en effet, portée de 3^m,60 à 4 mètres, et le poids des rails a été sensiblement augmenté, de façon à permettre le passage de trains lourdement chargés sur tout le parcours. Grâce à des procédés mécaniques perfectionnés, la voie a pu être posée dans un très court espace de temps. Le wagon-poseur dont les entrepreneurs ont fait usage est l'objet d'une description

rendue plus claire par une gravure et un schéma. Déjà, en Amérique, ce système avait été usité. Il a donné, en Tunisie, les mêmes excellents résultats et a permis de réduire notablement les dépenses de main-d'œuvre et de poser chaque jour 1.500 mètres de rails. Dans la région du Nord, sur le réseau du Bône-Guelma, on n'a jamais dépassé 800 à 1.000 mètres par jour avec des équipes d'ouvriers munis des appareils ordinaires de pose. Une rapidité plus grande était indispensable pour triompher de circonstances climatiques très défavorables et des difficultés particulières que présente, en terrain désertique, l'approvisionnement en eau.

Une des parties les plus intéressantes de l'ouvrage de M. de Fages est le chapitre réservé au service topographique. Il s'agit là, en effet, d'une organisation proprement tunisienne et qui ne saurait être comparée à aucune autre institution similaire de France. Tous les travaux de reconnaissance, bornage, triangulation, arpentage et lotissement nécessaires à l'application de la loi foncière sont exposés de manière à constituer pour l'apprenti-géomètre un véritable traité théorique et pratique.

Avec le même souci d'exactitude technique, l'auteur énumère les engins dont se servent les pêcheurs du littoral tunisien, compare entre eux les divers types de bateaux et décrit les particularités des pêcheries de thons, anchois et sardines. Pour ne pas être étonné qu'une partie considérable du deuxième volume soit consacrée à l'étude de ces questions, il est bon de savoir que la Direction des Travaux publics de la Régence fait office de Ministère de la Marine pour tout ce qui concerne la navigation et la pêche.

Tout en s'adressant plus expressément à ceux que leur profession appelle à prendre part aux entreprises de travaux publics en Tunisie, l'ouvrage de M. de Fages constitue une contribution appréciable à l'étude économique du pays. Les prospecteurs de mines y trouveront des renseignements géologiques de nature à les guider dans leurs recherches, et les industriels consulteront avec profit le tableau de la production des minerais de zinc et de plomb pendant les dix dernières années. En 1890, 2.500 tonnes seulement ont été extraites du sol, tandis qu'en 1899 les chemins de fer ont transporté 37.884 tonnes. Rien ne marque mieux le progrès accompli et l'avenir qui paraît réservé aux mines tunisiennes. Au reste, ce que le livre ne dit pas, c'est qu'une véritable « fièvre minière » travaille les Européens établis en Tunisie. Les cours élevés atteints par les fers et les zincs ont déterminé un mouvement considérable de recherches des gisements métallifères. Ce mouvement n'aurait-il d'autre résultat que d'amener une connaissance plus parfaite du sous-sol, qu'il faudrait s'en féliciter. L'activité déployée par la Compagnie des Phosphates de Gafsa¹ n'a pas été étrangère à ce réveil de l'industrie minière, qui est d'un heureux augure pour le développement des ports de commerce.

La transformation du Sud tunisien par les forages artésiens n'a pas été passée sous silence par M. de Fages, qui donne aussi des indications sur l'utilisation possible des nombreuses sources minérales et thermales².

Le régime des ports et des chemins de fer, les résultats financiers de leur exploitation sont étudiés avec la même sûreté que les matières relevant plus

¹ Voir la *Revue générale des Sciences*, n° du 15 juillet 1900, tome XI, p. 841.

² Voir : Dr A. Loue: Les Eaux minérales et thermales de la Tunisie, dans la *Revue générale des Sciences*, n° du 15 mai 1900, tome XI, p. 630.

¹ Voir la *Revue générale des Sciences* des 30 novembre et 15 décembre 1896, tome VII, p. 936 à 1063 et 1076 à 1214.

directement de l'art de l'ingénieur. Certains faits curieux méritent d'être relevés dans les tableaux et graphiques explicatifs : Le mouvement des voyageurs sur l'ensemble des voies ferrées a dépassé de beaucoup les prévisions les plus optimistes, tandis que le mouvement des marchandises est resté notablement inférieur. Sur la ligne de Bizerte, on a recensé un nombre annuel de voyageurs double du nombre prévu. Très désireux d'user pour lui-même d'un mode de locomotion rapide, l'indigène éprouve encore une certaine répugnance à confier ses marchandises à la Compagnie du Bône-Guelma. Il est trop souvent rebuté par les formalités d'écritures auxquelles on le soumet. M. de Fages note bien, à ce propos, les simplifications déjà adoptées, mais lui-même reconnaît la nécessité d'une réglementation encore plus pratique.

Pour que le tonnage des marchandises transportées par voie ferrée suive une progression marquée, il importe que les conditions d'exploitation des richesses naturelles soient bien comprises. Il y a donc des rapports étroits entre la marche des travaux exécutés par le service topographique et la mise en valeur du sol. Aussi les renseignements techniques que renferme ce chapitre sont-ils complétés par une série de statistiques enregistrant le nombre, la valeur, la contenance des propriétés immatriculées et permettant la saine appréciation de faits économiques d'une grande importance pour l'avenir de la colonisation.

La législation spéciale aux divers services relevant de la Direction des Travaux publics fournit à M. de Fages l'occasion d'indiquer les lenteurs auxquelles donne lieu l'accomplissement des formalités prescrites pour les adjudications publiques. Il manifeste encore ici ses préférences pour les moyens simples et rapides. Il attire l'attention du Gouvernement du Protectorat sur les avantages qu'il y aurait à réformer l'organisation financière qui établit, pour la Direction des Travaux publics, un budget unique, divisé, comme en France, en budget ordinaire et en budget extraordinaire, mais avec cette différence que des travaux neufs, fort importants, sont souvent exécutés sur les fonds du budget ordinaire. « Cette pratique gagnerait, dit-il, à être modifiée. Si l'on a plutôt tendance, dans la métropole, à incorporer au budget ordinaire certaines dépenses figurant d'habitude au budget extraordinaire, la tendance doit être inverse en Tunisie, comme dans toute colonie en voie de développement rapide. Il faut donc distinguer un budget d'entretien, que nous appelons aujourd'hui ordinaire, et un budget d'outillage ou de premier établissement ».

La comptabilité publique y gagnerait en clarté, et le bilan de la Tunisie serait des plus faciles à dresser.

Suivent quelques considérations sur d'autres avantages pratiques de ce système, tels que les possibilités de reporter d'un exercice à l'autre les dépenses du budget extraordinaire qui n'auraient pu être effectuées dans l'espace d'une année, et, par suite, une diminution appréciable dans les dépenses. Ce sont des idées nouvelles dont il convient de féliciter M. de Fages, car elles montrent combien est grande la diversité des points de vue auxquels il s'est placé pour faire connaître au public la valeur de l'outillage mis actuellement au service de la colonisation en Tunisie.

GASTON LOTH,

Professeur au Lycée Carnot, à Tunis.

2° Sciences physiques

Weiss (Pierre), *Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon. — Leçons d'Électricité appliquée, professées en 1899-1900. Deuxième partie : Le Courant alternatif; recueillies par M. PERRIGOT, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon. — 1 vol. gr. in-8° de 131 pages, autographié. Vve C. Celard et Fils. Lyon, 1900.*

C'est un indice bien significatif que celui de l'initiative, prise par la cohorte déjà brillante des jeunes pro-

fesseurs des Facultés des Sciences, d'ouvrir, dans tous les centres industriels de la France, des cours d'Électricité appliquée à l'industrie. Là, rien n'est classique; le terrain est encore mouvant, et exige, pour une habile manœuvre, un coup d'œil sûr et une connaissance exacte des transformations que subit, au jour le jour, le domaine embrassé, en même temps que les besoins de l'auditoire, mi-universitaire, mi-industriel, qui se presse à ces cours de création récente.

Il en résulte, pour le professeur, non encore gêné par des programmes qui n'existent pas, une grande liberté d'allures, et, pour l'auditeur ou pour le lecteur des cours imprimés, le charme de l'imprévu et la perspective d'heureuses découvertes pédagogiques.

Pour une initiative dans cette direction, M. Pierre Weiss était l'un des plus désignés par une éducation à la fois d'ingénieur et de physicien, et par de belles et ingénieuses recherches personnelles sur divers phénomènes délicats du magnétisme; et, dans ce domaine, le plus nouveau, du courant alternatif, on pouvait prévoir de sa part d'heureuses trouvailles.

Elles ne manquent pas dans son cours, où il entremêle, dans quinze leçons, de saines notions théoriques à des exemples concrets pris dans la plus moderne pratique. L'insiste sur le mot *entremêle*; car, en effet, dans ses leçons, toute notion théorique nouvelle est immédiatement appuyée d'exemples dont un bon nombre ont été très heureusement choisis parmi les plus voisins du lieu de l'enseignement, et que les auditeurs pouvaient le plus aisément vérifier dans les installations grandioses de Jonage.

Tout naturellement, le professeur devait débiter par des données sur le courant alternatif et l'induction en général, puis présenter la description de l'alternateur industriel. La quatrième leçon tout entière est consacrée aux installations du Niagara; viennent ensuite les instruments de mesure, les différences de phase, les courants polyphasés, le champ tournant, les transformateurs, le transport de *force* — oh! le vilain mot, aggravé quelque part de l'indication la *force totale produite est de 5.155 chevaux* —, les parafoudres, les compteurs, enfin les machines à fonctions multiples.

Quelques démonstrations particulièrement élégantes m'ont frappé à la lecture de l'ouvrage; les diverses perméabilités d'un circuit magnétique représentées par un large tuyau rempli, suivant les endroits, de sable fin ou de gros gravier, déviant à son profil les lignes de force du courant hydraulique; une jolie expérience dans laquelle une résistance sans induction et une résistance inductive placées à la suite l'une de l'autre donnent la même différence de potentiel au cardew, tandis que cet indicateur, mis sur la totalité, donne une indication moindre que la somme des deux, en raison du décalage; diverses illustrations du triphasé, entre autres un arc en étoile, rotations diverses dans le champ tournant, moteur asynchrone fait d'une roue de bicyclette portant des bobines sur la jante, etc.

Mais je ne résiste pas à la tentation d'une citation textuelle montrant combien le professeur a vu juste dans certains problèmes économiques dont l'Europe devra tenir le plus grand compte, et qui lui assurent encore, vis-à-vis de la jeune Amérique, de belles années industrielles: « Depuis que l'ingénieur français Fourneyron avait imaginé la première turbine, bien des savants ont traité, dans tous les détails qu'elle comporte, la difficile question de la production de la force hydraulique, et bien des expérimentateurs ont mis à l'épreuve la valeur de leurs déductions théoriques.

« Profitant de ces beaux travaux, nos ingénieurs traitent chaque installation comme un problème nouveau qui leur est posé et calculent avec certitude, pour chaque cas la turbine qui remplit le mieux toutes les conditions. Tout autre a été le développement de cette industrie en Amérique. Beaucoup, trop pressés pour s'assimiler les théories, et moins désireux de se conformer aux données particulières de chaque chute d'eau que de fabriquer en grand nombre, et d'avoir en magasin un

stock de turbines de même modèle pour faire face instantanément aux commandes, se sont surtout laissé guider par leur instinct mécanique. Ils ont imaginé des canaux, des aubes de formes beaucoup plus complexes que les formes européennes et peu abordables au calcul : essayant l'effet produit et rectifiant peu à peu par l'expérience un détail, puis un autre, pour arriver finalement à des rendements merveilleux qui étonnent les théoriciens. Mais, arrive un cas nouveau, jamais un Américain n'ayant construit de turbines de 3.000 chevaux et faisant 250 tours par minute; il faudrait, pour procéder par sa méthode, faire des tâtonnements impossibles, tandis que l'industrie européenne aidée de ses formules résout ce cas sans plus de difficulté que n'importe quel autre. C'est ce qu'a bien compris la Société en faisant faire par une maison de Genève les plans des trois premières turbines actuellement installées. »

Pour son cours, M. Weiss disposait, d'ailleurs, de moyens considérables; il put y répéter les belles expériences d'Elhu Thomson, y faire du transport sur des lignes artificielles de grandes longueurs, y monter des machines combinées par M. Limb pour fournir des courants de toutes natures.

M. Perrigot, qui a recueilli les leçons de M. Weiss, est, sans doute, encore jeune, et ne m'en voudra pas de lui adresser une légère critique. Dans les leçons, de nombreuses photographies furent projetées, qui ne sont pas reproduites dans la publication. Pourquoi dès lors les mentionner dans le texte comme si le lecteur devait les trouver en tournant la page? Dans un cas semblable, une petite infidélité dans le compte rendu sténographique a, sans doute, moins d'inconvénients que de faire naître dans l'esprit du lecteur un désir auquel l'ouvrage ne donne pas satisfaction.

Ceux qui liront avec le même plaisir que j'ai moi-même éprouvé les excellentes leçons de M. Weiss, seront surpris d'apprendre que la municipalité de Lyon n'a pas cru devoir renouveler cette expérience qui semblait avoir fort bien réussi, et que le cours d'Électricité appliquée est momentanément suspendu. Je ne puis, en terminant, que former des vœux bien sincères pour qu'il soit repris à bref délai.

CH.-ED. GUILLAUME,

Docteur ès sciences,
Physicien au Bureau International
des Poids et Mesures.

Tombeck (Daniel), *Préparateur de Physique à la Faculté des Sciences de Paris.* — *Recherches sur les combinaisons des sels métalliques avec les amines aromatiques.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8° de 108 pages. Gauthier-Villars, imprimeur. Paris, 1900.

On connaissait déjà quelques combinaisons salines renfermant à la fois un métal et un ammonium aromatique, mais jusqu'à présent ces composés mixtes, sels ammoniés ou véritables sels doubles, n'avaient été l'objet d'aucun travail d'ensemble. M. Tombeck en a entrepris l'étude systématique et nous signale plus de cent corps nouveaux résultant de l'union des sels métalliques avec l'aniline, la pyridine et leurs homologues.

Presque tous contiennent deux molécules de base organique pour une de sel; quelques-uns d'entre eux possèdent une tension de dissociation mesurable dès la température ordinaire et qui à 100° atteint et même dépasse parfois la pression atmosphérique.

Leur analogie avec les combinaisons ammoniacales des sels est donc complète; c'est la principale conclusion du mémoire de M. Tombeck, qui a fait ici œuvre utile et n'a pas reculé devant l'interminable série d'analyses que nécessitait la détermination d'un aussi grand nombre de produits complexes.

L. MAQUENNÉ.

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

3° Sciences naturelles

Paquier (V.), *Préparateur de Géologie à l'Université de Grenoble. Collaborateur adjoint au Service de la Carte géologique de France.* — *Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8° de 402 pages avec 6 planches. Allier frères, imprimeurs. Grenoble, 1900.

Le Diois et les Baronnies sont deux régions naturelles, comprises en grande partie dans le département de la Drôme. Elles forment, à l'est, au Bauchain et au Gapençais; à l'ouest, au Valentin méridional et au Tricastin; le Diois touche; au nord, au Vercors, tandis que les Baronnies sont limitées; au sud, par la montagne de Lure. Un coup d'œil sur une carte topographique suffit pour montrer que c'est dans le Diois et dans les Baronnies que s'effectue le passage de la direction N.-S. des Chaînes Subalpines à la direction E.-O. On ignorait, jusqu'à présent, à quelles particularités tectoniques était due cette conversion des directions orographiques et l'on ne connaissait pas davantage le détail stratigraphique de la région. M. Paquier a eu la main particulièrement heureuse en choisissant l'étude géologique du Diois et des Baronnies comme sujet de thèse et il a certainement tiré de son sujet presque tout le parti que l'on pouvait en tirer. Je dis presque, car l'auteur nous doit encore un travail de géomorphogénie sur cette région, qui, grâce aux singularités de sa topographie, se prête mieux que toute autre à ce genre d'études. Les chapitres sur l'orographie et sur l'hydrographie, qui font suite à l'introduction et à l'historique, ont un caractère purement descriptif.

La partie de beaucoup la plus importante du Mémoire de M. Paquier est la description des terrains. Le Jurassique moyen et supérieur et tout le Crétacé sont représentés dans la région par une puissante série, le plus souvent continue. Les divers termes de la succession sont décrits avec beaucoup de précision et de méthode et l'analyse des niveaux paléontologiques qui constituent le Néocomien pris dans son sens le plus large est, en particulier, poussée plus loin dans le détail qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent. En ce qui concerne l'attribution des grès verts de Bienléit au Santonien, je tiens à faire d'expresses réserves, ne pouvant admettre qu'une faune d'Ammonites à affinités essentiellement coniaciennes ait vécu plus tard que partout ailleurs dans des bassins individualisés et séparés de la haute mer.

Les résultats obtenus par l'auteur sur la bathymétrie du bassin du Rhône, pendant la période crétacée, sont d'une importance considérable et ses conclusions sont de nature à pleinement satisfaire l'esprit. L'existence d'un « géosynclinal subalpin » se trouve vérifiée et complétée par la notion d'une « fosse vocontienne », qui en dépend et dont l'axe occupe l'emplacement des Baronnies. Ces parties relativement profondes sont caractérisées par l'accumulation de formations vaseuses ou bathyales; tandis que dans le voisinage se déposaient des formations néritiques, correspondant à des fonds d'une faible profondeur.

L'extension horizontale des parties profondes varie d'une époque à l'autre, comme le montrent les cartes schématiques très parlantes qui accompagnent les chapitres stratigraphiques, mais les mêmes conditions de sédimentation se reproduisent à des époques différentes (Albien, Turonien).

Après le dépôt du Campanien, la mer abandonne la région, qui est maintenant affectée par une première série de plissements, car, à la fin de l'Éocène, les manifestations orogéniques, dont les Pyrénées, la Provence, le Dévoluy, le Bauchain et les Basses Alpes sont le théâtre, se font également sentir dans le Diois, les Baronnies et le Valentin, en y développant une série de rides est-ouest qui seront reprises par les efforts ultérieurs. Des dépôts lagunaires oligocènes s'étendent

ensuite sur une partie de cette surface déjà plissée.

La mer miocène ne recouvre qu'une faible partie de la région étudiée et elle ne tarde pas à l'abandonner, grâce aux manifestations orogéniques alpines, qui ont non seulement accentué les accidents préoligocènes, mais qui tendent également à produire des dislocations nord-sud, principalement des lignes de fracture et des lignes de chevauchement. La zone du Gapençais, le Bauchain et le Valentinois se déversent ainsi sur les Baronnies et sur le Diois. M. Paquier envisage les éléments tectoniques de ces deux régions comme les plus septentrionaux des plis de la Provence, qui, depuis la forêt de Saou, au nord, repris par les plissements alpins, auraient été ainsi introduits dans le faisceau alpin tout en conservant dans leur allure les signes extérieurs de leur première origine. Ainsi la région aurait continué de jouer le rôle d'une aire de dépression qui lui incombait déjà au Jurassique et au Crétacé.

Comme on le voit, le Mémoire de M. Paquier constitue non seulement une précieuse contribution à l'histoire de la région rhodanienne pendant la période secondaire, mais elle élucide également les relations si particulières et si compliquées qui existent, dans une partie des Alpes françaises, entre les plissements anté-oligocènes ou « pyrénéens » et les plissements postmiocènes ou « alpins ». Cette thèse fait le plus grand honneur au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble, dans lequel elle a été élaborée. Les belles planches qui l'accompagnent en augmentent encore la valeur.

EMILE HAUG,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Anglas (A.), Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris. — **Observations sur les métamorphoses internes de la Guêpe et de l'Abelle.** (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8° de 112 pages avec 5 planches. L. Duncl, imprimeur. Lille, 1900.

De nombreux auteurs se sont occupés des phénomènes intimes de la métamorphose des Insectes, mais ils ne sont pas trop d'accord sur le processus de la disparition des organes purement larvaires, ou sur la transformation des organes larvaires en organes définitifs. M. Anglas a entrepris à ce point de vue l'étude des Hyménoptères, qui présentent des métamorphoses aussi complètes que celles des Diptères.

Le système nerveux, le cœur et l'appareil génital poursuivent leur accroissement sans métamorphoses notables, de même que l'appareil trachéen qui passe de la larve à l'adulte en se transformant par places, mais sans qu'il y ait de régression. L'épiderme larvaire est remplacé peu à peu par l'épiderme définitif, qui semble s'incorporer le premier, sans qu'il y ait disparition visible des cellules anciennes. Les organes qui présentent le plus de modifications sont l'intestin moyen, les glandes séricigènes, les tubes de Malpighi, les muscles et le corps adipeux : dans tous les cas, l'organe qui doit disparaître ou être remanié entre de lui-même en régression, sans intervention de phagocytes ; plus tard, ceux-ci sont attirés par les tissus régressés et les dissolvent plus ou moins complètement. L'intervention des phagocytes est la conséquence et non la cause première de la régression, ce qui est bien d'accord avec ce que l'on connaît ailleurs.

Quant à la manière d'être des phagocytes, M. Anglas pense qu'ils n'englobent qu'exceptionnellement les fragments cellulaires ; la digestion est le plus souvent extra-cellulaire, et due à des diastases sécrétées par les phagocytes : M. Anglas propose le terme de *lyocytose* pour exprimer d'une façon générale cette action à distance, qui n'est pas spéciale aux amibocytes du sang ; ainsi, l'épithélium de l'intestin moyen serait digéré sur place par les petites cellules basales de remplacement ; les cellules adipeuses seraient probablement lyocytées

par des cellules à urates, intercalées entre elles. Je trouve que ce mot de lyocytose manque un peu de précision : en effet, il est bien connu que les amibocytes digèrent les corps étrangers aussi bien en les englobant dans leur cytoplasme qu'en les entourant ; pourquoi les appeler phagocytes dans le premier cas, lyocytes dans le second ? La différence est probablement d'ordre mécanique et non pas intime. Quant aux autres cellules capables de lyocytose, il faudra prouver que lorsqu'une cellule d'un tissu dégénère, sa disparition est due à des diastases sécrétées par les cellules avoisinantes, ce qui n'est pas précisément facile. Néanmoins, c'est une vue nouvelle et intéressante.

Après l'histolyse, M. Anglas étudie la reconstruction de quelques organes : pour les muscles, il admet que les noyaux musculaires larvaires se fragmentent en petits bâtonnets chromatiques, qui émigrent à la périphérie du myoblaste et constituent autant de noyaux des muscles définitifs ; ce processus d'amitose multiple ? me paraît assez extraordinaire. Les cellules de remplacement de l'intestin moyen sont des cellules embryonnaires, mésodermiques, qui, dans le très jeune âge (larve de 5 millimètres de long, pénètrent entre les cellules intestinales et s'y divisent pour former les îlots de remplacement.

Peut-être la technique adoptée par M. Anglas n'était-elle pas très convenable pour l'étude de phénomènes aussi délicats que ceux dont il s'est occupé ; le liquide de Zenker est plutôt médiocre comme fixatif cytologique ; il me semble que d'autres réactifs lui auraient fourni des images plus précises à ce point de vue et auraient peut-être modifié ses idées sur l'histogénèse.

M. Anglas termine son travail par des considérations générales sur la métamorphose, où il émet quelques vues intéressantes sur les causes premières de l'atrophie des organes et la lutte entre les tissus.

L. CRÉNOT,

Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Bernheim (Dr S.). — **La Médication ergotée (Ergot de seigle, ergotine, ergotinine).** — 1 vol. in-12 de 196 pages. A. Maloine, éditeur. Paris, 1900.

Ce petit livre est un plaidoyer en faveur d'un médicament dont l'abandon daterait, d'après M. Bernheim, de 1875, quand Pajot et Tarnier eurent fait connaître les dangers de l'emploi irrégulier ou intempestif de l'ergot de seigle en Obstétrique. Mais, il y a une raison plus générale qui explique ce fait : ce sont les tendances antipharmaceutiques de la Thérapeutique moderne. Chaque fois que, pour combattre un symptôme, on peut remplacer un médicament — qui est toujours un poison — par un agent physique, ou le fait, et cela pour le plus grand bien du malade. Le bain froid a détrôné la quinine et l'antipyrine ; comme calmant, on donne aujourd'hui des bains tièdes, là où l'on administrait du bromure. On pourrait multiplier ces exemples pour montrer que l'ergot de seigle partage seulement le discrédit dans lequel est tombée la médecine polypharmaceutique.

M. Bernheim a donc entrepris de réhabiliter l'ergot de seigle et de montrer tout le parti que le médecin peut en tirer dans un certain nombre d'affections, en utilisant son action particulière sur la fibre lisse. Il s'adresse exclusivement aux médecins qui trouveront dans son livre plusieurs chapitres qui ne manquent pas d'intérêt.

Dr R. ROMME.

Préparateur à la Faculté.

Sigaud (Dr). — **Traité clinique de la Digestion et du Régime alimentaire d'après les données de l'exploration externe du tube digestif, 1^{re} Partie.** — 1 vol. in-8° de 210 pages. (Prix : 6 Fr.) O. Doin, éditeur. Paris, 1900.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Février 1901.

M. **Bornet** lit une notice sur **J. Agardh**, correspondant décédé de la Section de Botanique.

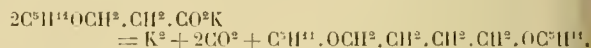
1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **F. Enriques**, à propos d'une note récente de M. **Kantor**, rappelle qu'il est déjà arrivé d'une façon plus simple à la généralisation du théorème de M. **Picard** concernant les surfaces algébriques dont les sections planes sont des courbes unicursales. — M. **C. Guichard** étudie les réseaux qui, par la méthode de Laplace, se transforment des deux côtés en réseaux orthogonaux. — M. **P. Boutroux**, étudiant la relation entre la densité des zéros et le module maximum d'une fonction entière, trouve que la manière dont se comporte à l'infini le module maximum d'un produit de facteurs primaires de genre fini $G(z)$ est déterminé par le nombre des zéros de $G(z)$ que contient un cercle de rayon indéfiniment croissant, abstraction faite des arguments de ces zéros. — M. **P. Duhem** démontre que, si l'on admet le postulat de **Helmholtz**, tout état d'équilibre stable d'un système assujéti à n'éprouver que des modifications isothermiques demeure état d'équilibre stable si l'on assujéti le système à n'éprouver que des modifications isentropiques.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Alfred Angot** a étudié la relation entre l'activité solaire et la variation diurne de la déclinaison magnétique, d'après les observations faites au Parc Saint-Maur. Les résultats indiquent une influence très nette des taches du Soleil, qui peut être déterminée avec précision. — M. **Th. Tommasina** croit que la cause de l'équilibre instable des cohéreurs réside dans l'intervention de particules polarisées d'oxyde, s'interposant entre les contacts métalliques et formant des points moins bon conducteurs sous l'action des ondes hertziennes. — MM. **Lortet** et **Genoud** ont réalisé un dispositif très simple pour l'application de la méthode photothermique de **Finsen**. Il consiste essentiellement dans la combinaison de l'arc électrique comme source lumineuse et du condensateur à ballon de MM. **Lumière**, avec circulation d'eau absorbant le rayonnement calorifique. — M. **Albert Bruno** indique un dispositif qui élève de beaucoup la température donnée par la flamme d'un bec de Rausen; il consiste à entourer le creuset à chauffer de deux cônes de tôle mince juxtaposés par leur grande base. — M. **M. Berthelot** a déterminé la chaleur de dissolution dans le mercure de divers échantillons d'argent : 1^o argent battu, en feuilles minces : + 2,03 cal.; 2^o argent produit par la transformation du précédent, maintenu dans un courant d'oxygène pendant vingt heures vers 300° : + 0,47 cal.; 3^o argent cristallisé préparé par électrolyse lente de l'azotate : + 0,10 cal.; 4^o argent précipité par une lame de cuivre d'une dissolution d'azotate : + 1,19 cal.; 5^o argent précédent chauffé au rouge-sombre : + 0,08 cal. Ces expériences établissent l'existence d'états allotropiques de l'argent, quatre au moins. — Le même auteur a déterminé la chaleur de dissolution de divers amalgames d'argent dans une grande quantité de mercure :

	ARGENT en feuilles	ARGENT cristallisé
Hg + Ag	+ 2,36 cal.	+ 0,23 cal.
Hg ² + Ag	+ 1,53	— 0,70
Hg ^{7/6} + Ag	+ 2,17	+ 0,24

L'argent cristallisé n'a presque pas d'affinité chimique pour le mercure. — M. **L. Ouvrard**, en chauffant au

rouge un léger excès de magnésie, chaux, baryte ou strontiane, avec un mélange équimoléculaire d'anhydride borique et de fluorhydrate de fluorure de potassium, a obtenu des borates solubles dans l'eau, bien cristallisables, de formule générale $B^2O_3,3MO$. — M. **J. Hamonet** a préparé le β -amyloxypropionate de potasse en traitant le β -chloropropionate d'amyle par l'amylate de sodium et en saponifiant le groupe éther-sel. Ce corps, soumis à l'électrolyse, se décompose suivant l'équation :



On obtient ainsi la diamylène du butanediol avec 50 % de rendement. — M. **L. Lindet** a constaté que les sons de germe, riches en débris de scutellum, renferment de grandes quantités de diastase saccharifiante, et qu'ils peuvent remplacer, à un moment donné du travail de la distillerie, le malt d'orge dont le prix est deux fois plus élevé.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. **F. Houssay** a vu représenté sur des décors architecturaux le phénomène vrai de la fécondation de la Vallisnérie et le phénomène légendaire de la naissance des oiseaux sur des plantes marines (légende de Panatife). — M. **Jousset de Bellesme** a entrepris, en 1890, des expériences d'élevage du Saumon en eau douce afin d'observer si ce poisson peut se reproduire sans aller à la mer. Après un premier échec, il a observé, dans un second élevage comprenant 1.000 œufs, la ponte de quatre femelles au bout de trois et quatre ans. Ces pontes ont donné des œufs qui se sont très bien développés et dont les alevins vont servir à une nouvelle expérience. — M. **H. Jacob de Cordemoy** a reconnu que l'arbre résinifère connu sous le nom indigène de *Ramy*, sur la côte occidentale de Madagascar, est le *Canarium multiflorum* Engler. Cet arbre laisse exsuder une résine jaune-verdâtre qui, dans la tige, se forme dans des canaux résineux développés surtout dans le tissu libérien. — M. **B. Renault** a observé un fragment de tige conservé par la silice, trouvé sous un dolmen de la Haute-Alsace et provenant peut-être du Culm de la région. La complexité des faisceaux libéro-ligneux l'éloigne des types connus et porte l'auteur à la considérer comme une forme nouvelle, nommée *Adelophyton Jutieri*. — M. **G.-H. Monot** a constaté la présence d'un gisement d'antrace dévonien à Lan-Moutchang, dans le Kouï-Tchéou (Chine). L'importance en est assez grande, et les Chinois en ont déjà entrepris l'exploitation. — M. **J. Thoulet** indique quelle est la constitution du sol des grands fonds océaniques compris entre les Açores et les côtes de France, d'Espagne et de Portugal d'après les échantillons recueillis au cours des campagnes du Prince de Monaco. Il n'y a pas de gravier; les grains gros, moyens et fins sont peu abondants, les très fins plus abondants et la vase prédomine. La teneur en calcaire diminue avec la grosseur des grains et est minimum dans la vase; mais plus la vase est profonde, plus elle est riche en calcaire.

Séance du 11 Février 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **D. Backlund**, au sujet de la note récente de M. **Poincaré** sur le calcul de la précession, fait remarquer que l'erreur commise dans sa note lui est personnellement attribuable, et ne provient pas de **Gylden**. — M. **J.-J. Landerer** communique la suite de ses observations sur le passage des ombres des satellites de Jupiter, entreprises dans le but de vérifier la théorie de **Souillart**. Pour les trois pre-

miers satellites, la concordance entre le calcul et l'observation peut-être considérée comme bonne. — **M. H. Deslandres** décrit les observations sur la photographie de la couronne solaire qu'il a faites dans l'éclipse totale du 28 mai 1900. Il est bon d'employer des plaques lentes pour obtenir les parties les plus faibles; mais on a à lutter contre la lumière diffuse de l'appareil et celle du ciel; il est bon de placer devant les plaques des écrans jaunes et rouges. — **M. D. Th. Egorov** étudie une classe nouvelle de surfaces algébriques qui admettent une déformation continue en restant algébriques. Il démontre qu'une surface tétraédrale du dix-huitième ordre est applicable sur une infinité de surfaces de la même espèce dépendant de deux constantes arbitraires. — **M. Clairin** indique de nouveaux résultats sur les transformations de Backlund qui font correspondre une à une les intégrales de deux équations aux dérivées partielles du second ordre possédant deux systèmes distincts de caractéristiques. — **M. J. Coulon**, étudiant le théorème d'Hugoniot et la théorie des surfaces caractéristiques, arrive au théorème suivant: Soit un système d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque et à un nombre quelconque de variables indépendantes, définissant un mouvement. On peut, sans aucune intégration, déterminer les vitesses de propagation des ondes pour une direction déterminée. — **M. R. d'Adhémar** communique ses recherches sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à plus de deux variables indépendantes. — **M. A. Buhl** étudie les formes linéaires aux dérivées partielles d'une intégrale d'un système d'équations différentielles simultanées qui sont aussi des intégrales de ce système. — **M. Ribière** donne une nouvelle théorie de l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle encastrées aux naissances. Pour une charge placée au sommet de la voûte, les déplacements, à la clef ne sont pas très éloignés de ceux que donne la théorie ordinaire de la résistance des matériaux; mais, aux naissances, les différences sont importantes. — **M. P. Duhem** a constaté que toutes les lois que l'on démontre, en Thermodynamique élémentaire, pour un fluide soumis à une pression normale et uniforme, s'étendent à un fluide dont les éléments exercent, les uns sur les autres, des actions quelconques, newtoniennes ou non.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. Angot** a montré que la variation diurne de la déclinaison magnétique résulte de la superposition de deux ondes distinctes: l'onde normale, correspondant aux époques de calme du Soleil, et l'onde perturbatrice, qui dépend des variations de l'activité solaire. Il a représenté l'onde normale par une série harmonique dont il a calculé les premiers termes pour les observations du Parc Saint-Maur, de Greenwich et de Batavia. — **M. E. Mathias** a calculé la formule définitive donnant la loi de distribution régulière de la composante horizontale du magnétisme terrestre en France au 1^{er} janvier 1896. Cette formule s'applique aux régions voisines de la Suisse, de l'Italie et de l'Espagne. — **M. E. Legrand** indique le principe d'un anémomètre électrique donnant des indications à distance. Il porte un anneau Gramme qui tourne entre les pôles d'un aimant. La force électromotrice produite est proportionnelle à la vitesse de rotation. — **M. A. Ricco** annonce qu'il a établi des communications téléphoniques entre l'Observatoire de l'Etna et Nicolosi au moyen de fils en partie posés sur la neige. — **M. Janssen** constate que ce dispositif a eu le même succès qu'à l'Observatoire du Mont-Blanc. — **M. L. Benoist** a étudié les lois de transparence de la matière pour les rayons X. L'opacité spécifique d'un corps paraît indépendante de son état physique, du mode de groupement atomique, de l'état de liberté ou de combinaison des atomes. Pour les corps simples, c'est une fonction déterminée et croissante de leur poids atomique, affectant la forme d'une proportionnalité directe, pour des rayons X suffisamment pénétrants et suffisamment homogènes. — **M. V. Crémieux** a fait de nouvelles expériences sur la convection élec-

trique en évitant l'interposition d'une couche métallique entre l'aiguille et le disque tournant. Les résultats sont identiques aux précédents et permettent de conclure d'une façon définitive que la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique. — **M. F. Larroque** décrit quelques expériences acoustiques qui confirment sa théorie de l'impression globale harmonique des accords musicaux. — **M. M. Berthelot**, à propos de ses déterminations de la chaleur de dissolution de l'argent dans le mercure, remarque qu'il ne s'agit pas à vrai dire d'un phénomène de dissolution comme on l'entend ordinairement, mais de la répartition d'un métal solide dans un métal liquide. Cette constatation n'enlève, toutefois, rien aux conclusions de l'auteur. — **M. Berthelot** étudie, au point de vue thermo-chimique, la décomposition par l'eau des carbures métalliques et la formation d'hydrocarbures. Les carbures du type C^xK^yCa , dégagent de l'acétylène, à condition que la chaleur de formation de l'oxyde hydraté surpasse celle du carbure de plus de 196,1 cal. Les carbures du type C^xAl^y dégagent du formène, réaction qui correspond au dégagement thermique maximum. Le carbure de manganèse CMn^8 produit un égal volume de formène et d'hydrogène, réaction qui dégage aussi le maximum de chaleur. Les autres carbures donnent lieu à des produits complexes parce qu'ils ne fournissent plus en étant décomposés par l'eau des oxydes de composition correspondant à celle des carbures. — **M. Marcel Delépine** a constaté que la réaction génératrice des acétals est limitée par la réaction inverse de l'eau sur l'acétal formé. Les lois qui régissent la formation et la décomposition des acétals se rapprochent de celles de l'éthérisation et de la saponification. — **M. V. Grignard** a constaté que l'emploi des combinaisons organomagnésiennes mixtes permet de simplifier et de généraliser la plupart des méthodes de synthèse pour lesquelles on a utilisé jusqu'ici les composés organo-zinciques, mais encore d'en instituer de nouvelles prévues par la théorie, mais pratiquement irréalisables au moyen du zinc. — **MM. P. Bayrac et C. Camichel**, à la suite des recherches récentes de **M. Lemoult** sur la bande d'absorption des indophénols, croient pouvoir démontrer que l'une des extrémités de la bande est, non la fin de cette bande, mais la limite des radiations visibles (variable avec l'éclat du spectre). Dans ce cas, le point appelé milieu de la bande n'a aucune signification. — **M. P. Cazeneuve** a observé que la diphenylcarbazide ou urée de la phénylhydrazine donne des composés avec une molécule d'acides ou d'alcools de la série grasse. La formation de ces composés d'addition s'explique par la tendance à la pentavalence d'un des azotes terminaux. — **M. A. Béhal** a extrait de l'huile de bois une nouvelle cétone, de formule $C^{10}H^{18}O$, bouillant à 194° et donnant par oxydation de l'acide acétique et de l'acide α -méthylvalérique. Cette cétone doit donc être une diméthylcyclohexénone. — **M. J. Hamonet**, partant de la diamylène du butanediol, obtenue par électrolyse du β -amyloxypropionate de potassium, a préparé le butane dibromé et le butane diiodé 1:4. Ce dernier, soumis à l'action du cyanure de potassium, donne l'hexanedinitrile, qui, par hydrolyse et saponification, fournit l'acide adipique. — **M. V. Urbain** a placé des végétaux dans une atmosphère renfermant une certaine proportion de méthane et a constaté au bout de quelques jours la disparition de la majeure partie de celui-ci. Les végétaux absorberaient donc le méthane et s'opposeraient à son accumulation dans l'atmosphère.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. R. Quinton** a constaté que l'urée en solution, qui se comporte vis-à-vis du globule rouge anucléé comme si elle n'existait pas, fait au contraire équilibre au globule rouge nucléé et s'oppose à la sortie de sa matière colorante. Toutefois, ce phénomène d'équilibre est limité dans la durée, et après des temps variables selon la concentration l'hématolyse se produit. — **M. G. Loisel** signale une observation très importante de développement du blastoderme

sans embryon chez un œuf de poule. Cette observation vient appuyer la théorie de la parthénogenèse du spermatozoïde et celle de la polyspermie physiologique. — M. J. Friedel a poursuivi l'étude de l'influence de la pression totale sur l'assimilation chlorophyllienne. La diminution de pression totale seule tend à favoriser l'assimilation; lorsqu'on raréfie simplement de l'air contenant du gaz carbonique, on voit l'assimilation passer d'abord par un minimum, puis par un maximum. — M. N. Bernard a reconnu que, chez la pomme de terre, la tuberculisation de bourgeons est la conséquence de l'infection des racines par des champignons endophytes. On peut donc espérer, par une culture rationnelle, régulariser le rendement en tubercules et hâter leur précocité. — M. A. Lacroix a observé, dans les herzolites de l'Ariège, sous forme de traînées ou de filons, une série de roches holocristallines constituées par des pyroxènes et du spinelle: elles sont très basiques et se rapprochent des gabbros. Elles ont dû se former par cristallisation intratellurique. L'auteur propose d'en faire un groupe distinct, celui des *ariégités*. — M. E. de Martonne a poursuivi ses recherches sur la période glaciaire dans les Karpathes méridionales. Il a observé un rapide abaissement de la limite des neiges éternelle vers l'ouest. D'autre part, dans les massifs où les glaciers sont descendus le plus bas, les appareils morainiques sont encore bien conservés, tandis que dans ceux où les glaciers se sont arrêtés plus haut, les moraines ont été la proie de l'érosion. — M. Ph. Glangeaud donne le tableau des transgressions et régressions des mers secondaires dans le bassin de l'Aquitaine et leurs rapports avec les mouvements du sol et la distribution des faciès. — M. F. Marboutin a recherché les origines de l'eau arrivant aux émergences des sources destinées à l'alimentation de Paris, et cela au moyen de la coloration. Il a tracé les courbes, dites isochronochromatiques, des points où les molécules d'eau colorée arrivent en même temps.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Février 1901.

La lecture du procès-verbal donne lieu à un échange d'observations entre M. J.-V. Laborde, qui proclame la supériorité des tractions rythmées de la langue pour le rappel à la vie d'enfants nés en état de mort apparente, et MM. Pinard et Budin, qui pensent que les tractions rythmées ne peuvent avoir aucun effet lorsque les voies respiratoires profondes sont obstruées par du mucus ou des glaires, le tube laryngien étant alors le seul moyen efficace. — M. Albert Robin établit l'existence d'une glycosurie et d'un diabète d'origine dyspeptique; ils constituent une espèce à part, différant totalement des glycosuries alimentaires ou du diabète fruste. Ces affections cèdent rapidement au traitement de la dyspepsie hypersthénique; dans le cas de diabète ancien, il faut alterner le traitement complet du diabète avec celui de la dyspepsie. — M. Hervieux cite un certain nombre de cas de récurrence de la variole et conclut qu'en temps d'épidémie variolique, si un ancien variolé se trouve en rapport avec un variolé sérieusement atteint, les mesures de préservation ne doivent pas être négligées. A la suite d'une observation de M. L. Colin, constatant que l'épidémie parisienne de variole dure toujours, l'Académie émet le vœu qu'un avis officiel rappelle à la population que la revaccination est le seul moyen de protection contre la variole. — MM. Peyrot et Milian pensent que l'hydrorèle est causée par une vaginité chronique, laquelle est primitive et non subordonnée à une altération testiculaire ou épидидymaire. C'est une périsécrité au même titre que les lésions chroniques du péricarde, de la plèvre, du péritoine, avec qui elle coexiste ordinairement. — M. Lagrange lit un travail intitulé: Quatre cas de gliome de la rétine guéris.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Janvier 1901.

M. Ed. de Ribaucourt rappelle qu'il existe, chez une foule d'animaux, outre les organes habituels de l'excrétion (reins, organes segmentaires, néphridies, pro-, méso-, métanéphros, etc.), une grande variété de cellules dont la fonction directement ou indirectement sécrétrice est admise par plusieurs physiologistes; l'auteur les désigne sous le nom de *néphrocytes*. — MM. G. Hayem et R. Bensaude ont observé, dans la variole hémorragique primitive, une extrême rareté des hémato blastes coïncidant avec la non-rétractilité du caillot sanguin et l'absence de transsudation du sérum. Ils en déduisent un mécanisme particulier des hémorragies. — M. J. Gaube a observé une enzootie de diphtérie chez les poules qu'il a traitée efficacement par des injections sous-cutanées d'iodobenzoyliodure de magnésium ioduré. M. L. Martin pense que ce traitement pourrait peut-être s'appliquer aux enfants. — M. Ed. Nocard conclut, de quelques expériences, que les éléments observés par M. Bosc dans les lésions et le sang des animaux claveleux ne sont pas les agents de la virulence. — MM. E. Leclainche et H. Vallée, en traitant des lapins avec une urine albumineuse, ont obtenu un sérum capable de précipiter l'albumine dissoute dans certains liquides organiques. — M. Tribondeau a étudié le champignon qui cause la maladie de l'épiderme connue sous le nom de *tokélau*, commune en Océanie. Ce champignon n'est pas un trichophyton, mais un aspergillus, constitué par un feutrage mycélien d'où s'échappent des filaments aériens terminés en massues sporifères. — M. Cl. Regaud a observé que l'accroissement du nombre des spermatogonies chez les Mammifères (rat) a lieu par une série de karyokinèses successives. — M. Hanriot n'a pas constaté, sur la lipase, une action de la température analogue à celle décrite par M. Pozerski pour le ferment invertif. M. V. Henri répond que les résultats de M. Pozerski doivent être considérés comme très certains. — MM. Charrin et Moussu ont injecté du mucus dans l'organisme du lapin et ont observé, en général, une mort rapide. Celle-ci est due à l'existence d'un principe coagulant dans le mucus. — MM. A. Rodet et Galavielle ont constaté que le virus rabique conservé dans la glycérine manifeste une propriété préventive même lorsque, après un long séjour, il a totalement perdu sa virulence. Toutefois, l'immunité est rarement suffisante pour résister à l'épreuve par trépanation avec le virus fixe.

Séance du 26 Janvier 1901.

M. Hanriot, étudiant le mécanisme des actions diastatiques, a trouvé que l'action de la lipase sur les acides et les éthers semble être une combinaison chimique régie par les lois de la dissociation. L'expérience confirme le fait que la lipase a son action décomposante arrêtée dès qu'une certaine quantité d'acide gras est mise en liberté; inversement, si l'on met la lipase en présence de glycérine et d'un excès d'acide, elle se recombine de façon à réaliser toujours le même rapport entre les quantités d'acide et d'éther en présence. — M. V. Henri a recherché l'influence de la quantité de saccharose sur la vitesse d'inversion par le ferment invertif de la levure de la bière. La quantité de saccharose inverti varie avec la quantité de saccharose présente dans la solution, mais il n'y a pas proportionnalité entre les deux phénomènes. — M. Cl. Regaud a observé, chez le Rat, la division amitotique directe du noyau des spermatogonies. — M. J. Babinski a constaté que les lésions de l'appareil auditif, notamment les lésions unilatérales, modifient notablement, dans un certain nombre de cas, les caractères du vertige voltaïque normal. M. Gellé pense que ces expériences démontrent que c'est sur le labyrinthe même et non sur les centres nerveux que le courant agit. M. Pierre

Bonnier voit dans ce phénomène un signe clinique nouveau pour l'étude des maladies de l'oreille. — MM. M. Hanriot et L. Camus ont comparé l'action de la lipase du sérum d'animaux à sang-froid avec celle de la même lipase chauffée à 35° et 40°. Les résultats sont identiques : la température ne semble avoir aucune action sur ce ferment. — M. M. Siedlecki a constaté que les Grégarines qui vivent dans les cellules de l'épithélium intestinal exercent sur elles et quelquefois sur les cellules voisines une action hypertrophiante très marquée. — MM. M. Caullery et F. Mesnil ont observé toutes les formes de développement chez les Grégarines et ont vérifié leur action hypertrophiante sur la cellule-hôte. — MM. J. Nicolas et Ch. Lesieur montrent que le sérum d'une chèvre, immunisée par des injections sous-cutanées répétées de cultures d'un *Staphylococcus pyogenes aureus*, a déterminé l'agglutination de ce microbe. Le sérum d'animaux infectés d'une façon aiguë ou suraiguë ne produit pas l'agglutination. Le sérum d'une chèvre vaccinée par des injections sous-cutanées répétées de cultures complètes en bouillon et jeunes de staphylocoque paraît doué à l'égard de cet agent pathogène de propriétés bactéricides évidentes, mais peu accusées. Son action atténuante paraît plus marquée. — M. L. Launoy a étudié les altérations rénales consécutives à l'intoxication aiguë par le venin de scorpion (*Buthus occitanus*). Elles consistent en glomérulites graves et hémorragie, vacuolisation du réticulum cytoplasmique des cellules dans les tubuli contorti, chromatolyse et kariolyse. — M. R. Dubois rappelle ses recherches antérieures sur la dialyse cellulaire qui se produit, en particulier, dans les fruits et les graines, par l'action des vapeurs de liquides organiques neutres (chloroforme, éther, etc.). — M. G. Nigdel Axelos expose ses recherches sur l'asthme des foins ; pour lui, cette maladie serait de nature microbienne et la toxine, agissant sur le nerf vague, produirait les troubles respiratoires qui la caractérisent. — M. J. Cotte a trouvé dans une Éponge, le *Suberites domuncula*, une série de diastases : une diastase hydratant les hydrates de carbone ; une lipase ; un ferment liquant la gélatine ; une présure acidophile ; une caséase. — M. Mayet, pour obtenir une sérosité riche en leucocytes propres à la phagocytose, a placé des vésicatoires sur l'homme sain. — M. E. Gérard a constaté que les macérations aqueuses de rein et de foie de cheval contiennent un ferment soluble capable de dédoubler les glucosides. Ce ferment est détruit par l'ébullition.

Séance du 2 Février 1901.

M. Pinoy et M^{lle} Densusiann ont étudié l'action du cantharidate de potasse sur les animaux. C'est de la cellule nerveuse que dépendent la sensibilité ou l'indifférence des animaux vis-à-vis de la cantharidine. — M. S. Artault a observé trois cas de stomatite érucique chez des enfants provoqués par des fruits contaminés de la poussière et des poils irritants de la chenille du cul-brun (*Liparis Chrysorrhœa*). — Le même auteur a observé trois cas de pseudo-parasitisme du *Chelifer Caneroides* chez des enfants dont la tête portait de nombreux poux. — M. Wlaeff pense que les blastomycètes virulents peuvent être la cause des néoplasmes malins et que le sérum des animaux immunisés doit être considéré à l'heure actuelle comme un des meilleurs traitements à leur opposer. — M. Borrel, sans vouloir nier les résultats obtenus dans le traitement des cancéreux par le sérum d'ovies immunisées, considère que la théorie blastomycéenne du cancer est loin d'être prouvée. — M. G. Leven a constaté que la sécrétion de l'urée est constante chez l'adulte normal dont le régime alimentaire ne varie pas. — M. E. Rataud expose l'évolution morphologique de l'encéphale des cyclopes. — MM. P. Nobécourt et Bigart ont observé que le péritoine ne constitue pas un lieu de formation de la substance agglutinante. Celle-ci n'est pas répartie dans la même proportion dans les différentes humeurs

de l'organisme. Elle est toujours au maximum dans le sérum sanguin ; elle est moins abondante dans les sérosités. — M. F. Dévé montre que deux formations échinococciques, les vésicules proligères et les scolex, peuvent donner naissance à des kystes hydatiques. Pour éviter l'échinococcose secondaire post-opératoire, il faudrait donc tuer les germes échinococciques dans le kyste par une injection ténicide faite avant l'ouverture large de la poche. — Le même auteur montre que des kystes sous-séreux peuvent provenir de germes échinococciques tombés dans la cavité péritonéale. Il y a donc possibilité de récurrences de kystes hydatiques aux dépens d'un débris de membrane hydatique abandonné dans une plaie. — M. J. Pellegrin a constaté que les Ophidiens, soumis à la privation complète de nourriture (aliments et eau), meurent beaucoup plus rapidement que ceux qui ont de l'eau, mais pas d'aliments, à leur disposition. Toutefois la perte de poids est à peu près la même dans les deux cas. — M. M. Nicloux a déterminé la capacité respiratoire du sang du fœtus à diverses périodes de la vie fœtale ; elle est à peu près constante entre six mois et demi et neuf mois. Le sang ne subit donc que des variations à peine marquées dans la fixation de l'oxygène. — M. E. Jeanselme, qui a étudié le tokelau dans l'Indo-Chine française, est arrivé aux mêmes conclusions que M. Tribondeau en Océanie : cette maladie est une dermatomycose aspergillaire. — MM. Ch. Aehard et L. Gaillard ont constaté que le rein malade, qui laisse passer l'albumine, laisse aussi passer la caséine, inversement la caséine, en traversant un rein sain, le rend perméable aux albumines. A très petite dose, la caséine ne passe pas dans l'urine. — MM. J. Cluzet et H. Frenkel ont déterminé la tension superficielle des urines. A l'état normal et pathologique, elle est presque toujours inférieure à celle de l'eau distillée. Les sels minéraux l'élèvent et les matières organiques l'abaissent ; les sels biliaires, en particulier, ont une très grande influence. — M. R. Dubois rappelle qu'il a employé, pour la première fois, en 1883, le procédé de dialyse des ferments qui se trouvent dans l'intérieur des tissus par l'action des vapeurs anesthésiques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1^{er} Février 1901 (suite).

M. Ponsot, à la suite de la communication de M. Guillaume, signale le fait suivant : En étudiant un thermomètre, il a déterminé directement la correction de pression intérieure à faire subir à la lecture d'un thermomètre placé verticalement, en faisant des lectures successives, le thermomètre étant alternativement horizontal et vertical, à température fixe et cela en des points très nombreux de la tige thermométrique. La courbe représentative de ces corrections, en prenant pour abscisses les divisions du thermomètre, présente des maxima et des minima. De la courbe des corrections de calibrage, M. Ponsot a déduit pour chaque point du thermomètre des longueurs équivalentes ou correspondant à un volume invariable. Il a constaté que les maxima de la courbe de correction de la pression intérieure correspondaient aux points où les longueurs équivalentes étaient aussi maxima. Il en conclut que, malgré les variations de la section intérieure du tube thermométrique, ainsi mises deux fois en évidence, il n'y a pas en d'erreur sensible ou mesurable provenant de la variation de la pression capillaire. M. Guillaume, répondant à M. Ponsot, insiste sur le fait que la correction de calibrage est toujours appliquée aux résultats bruts avant qu'on les soumette à d'autres calculs. Cette première correction une fois faite, on ne trouve plus aucune relation entre la correction capillaire et la forme du tube ; ou tout au moins cette relation, qui existe en théorie, est entièrement masquée par une autre cause de variation indépendante de la forme du tube. — M. A. Broca : Causes de variation de l'acuité visuelle. Quand l'œil regarde des détails de formes,

son pouvoir de définition n'est pas limité, comme dans le cas des instruments d'optique, par la seule ouverture de son système centré. Les propriétés multiples des milieux transparents de l'œil et de la rétine interviennent. C'est ainsi que l'acuité visuelle diminue quand l'ouverture de la pupille augmente. Cela tient aux aberrations des bords de la cornée et du cristallin. Quand on prend pour *test-objet* une série de lignes parallèles blanches séparées par des intervalles égaux noirs, on mesure avec une grande précision (3 %) le moment où l'on ne distingue plus qu'une plage grise. Une première question se pose : l'angle résoluble, dans ce cas, est-il le même que dans la vision des lettres ? On trouve qu'il en est ainsi. On peut se demander comment on lit : si c'est en comptant les jambages des lettres. En essayant de compter les traits du test-objet, on voit qu'on ne peut les compter que pour une distance beaucoup plus faible, c'est-à-dire pour un angle sous-tendu beaucoup plus grand. Donc la lecture ne se fait pas de cette façon ; chaque caractère est un individu dont nous reconnaissons la forme à première vue. L'acuité visuelle varie avec la couleur (Macé de Lépinay et Nicati) et aussi avec l'intensité lumineuse. De nombreux auteurs ont montré que la variation de l'acuité visuelle entre les éclaircissements pris sur un papier blanc pour deux ou trois bougies à un mètre et les éclaircissements les plus forts qu'on peut réaliser, est très minime. Puis, au-dessous de cet éclaircissement, la variation est très rapide. Si donc on fait de la photométrie par l'acuité visuelle, on n'aura de bons résultats que pour les éclaircissements faibles. Pour ceux-ci d'ailleurs, la méthode par comparaison des plages est moins bonne ; les deux méthodes ne peuvent donc se remplacer, mais se complètent. On peut se demander comment varie la courbe à l'origine. Charpentier a montré l'existence d'un minimum visuel plus élevé que le minimum lumineux, et pour lequel l'acuité visuelle prend très vite une grande valeur. Cela montre que la courbe d'acuité visuelle en fonction de l'intensité coupe l'axe des intensités en un point de sa région positive, et sous un angle de 90°. L'adaptation n'a pas d'influence pour les très basses intensités (Charpentier). L'auteur a vu que, en utilisant un test-objet petit, se détachant sur un fond complètement noir, l'adaptation n'a pas d'effet pour les éclaircissements élevés ; elle en a au contraire pour les éclaircissements moyens (trois à quatre bougies-mètre). Cela tient probablement à ce que la pupille, dans le cas des éclaircissements élevés, est toujours resserrée, dans le cas des éclaircissements faibles est toujours au maximum, dans le cas des éclaircissements moyens se resserre un peu par l'adaptation, qui joue le rôle d'une augmentation de la sensation. Quand on cherche l'acuité usuelle ou le pouvoir de définition pour des plages

ayant un rapport $\frac{I'}{I}$ d'intensité fixe, et non pas seulement pour des plages noir sur blanc, la question se complique. Kolbe fit en 1885 quelques expériences à ce sujet. L'auteur les a reprises par une méthode plus précise et plus commode, qui lui a permis de les compléter. Pour $\frac{I'}{I}$ compris entre 0 et 0,75 (acuité visuelle 1, c'est-à-dire résolution d'un angle de une minute), la définition de l'œil ne change pas. Pour $\frac{I'}{I}$ compris entre 0,75 et 0,15, la variation est rapide (de 1 à 0,92) ; puis elle devient lente pour $\frac{I'}{I}$ compris entre 0,15 et 0,6 (de 0,92 à 0,8). La variation est ensuite rapide. Ceci a lieu pour $I=10$ bougies-mètres environ. Pour $I=7$ bougies-mètres environ, l'acuité visuelle pour $\frac{I'}{I} = 0$ est de 0,9, où elle se maintient jusqu'à $\frac{I'}{I} = 0,4$. La 1^{re} zone de variation rapide est moins accentuée, et la zone de variation lente s'étend jusqu'à $\frac{I'}{I} = 0,5$ environ. Quand on étudie l'in-

fluence de l'éclairage pour la valeur de $\frac{1}{I} = 0,6$, on voit que la courbe d'acuité baisse beaucoup plus tôt que pour $\frac{I'}{I} = 0$. On comprend de quelle utilité est, dans ces conditions, une bonne adaptation. C'est le cas où on se trouve en radioscopie ; l'adaptation permet, comme l'a indiqué M. Bécélère, de voir beaucoup mieux les détails dans ce cas. Quand $\frac{I'}{I}$ tend vers 1, le problème devient celui de la photométrie ordinaire. Charpentier a montré qu'avec une seule plage entourée par la plage de comparaison, pour les éclaircissements faibles, la fraction différentielle diminuait quand la surface augmentait. Il fallait voir ce que devenait ce phénomène : 1° pour les intensités élevées ; 2° pour des plages alternatives. On sait, en effet, que, dans ce cas, la fraction différentiable diminue. L'auteur a entrepris cette question au moyen du disque de Masson (un trait interrompu sur fond blanc ; quand il tourne, on a des anneaux gris dont on peut calculer le rapport au fond blanc par la loi de Plateau). Il a vu dans ce cas que la grandeur angulaire des plages résolubles variait avec $\frac{I'}{I}$ suivant une loi bien nette. Le fait intéressant à faire ressortir au point de vue pratique est la valeur de $\frac{I-I'}{I}$ perceptible

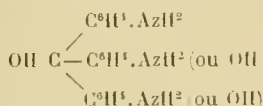
en fonction du diamètre apparent. $\frac{I-I'}{I}$ tend, dans les conditions de l'expérience, vers 0,008 pour des diamètres apparents de 15' à 20'. Au-delà, la sensibilité de l'œil baisse un peu. Il y a donc intérêt à employer des plages photométriques alternantes, vues sous le diamètre apparent de 15' à 20'. Pour des diamètres apparents compris entre 15' et 10', la fraction d'intensité différentiable varie de 0,008 à 0,0095. Puis la variation devient très rapide, la fraction différentiable n'étant plus que de 0,025 pour un diamètre apparent de plages de 5'. Ces expériences ont été faites par un beau jour près d'une fenêtre bien éclairée. — M. Raveau rappelle comment M. Wood est parvenu à obtenir des images d'ondes aériennes émanant d'une étincelle électrique par l'emploi de la méthode de Tüpler (*Schlierenmethode*), qui est une extension du procédé inventé par Foucault pour rendre directement visibles les défauts d'un miroir ou d'un objectif. Les seize photographies projetées par M. Pellin représentent, en leurs phases successives : la diffraction par un petit écran ; la formation d'un train d'ondes régulières par la réflexion sur un escalier ; la réflexion d'une onde sphérique par un miroir plan ; la réflexion par un miroir cylindrique circulaire ; deux cas de réflexion par un miroir demi-circulaire ; la réflexion par un miroir elliptique complet ; la transformation d'une onde sphérique en onde plane par un miroir parabolique ; la même transformation par une lentille pleine d'acide carbonique ; la réflexion par une surface mamelonnée avec production d'ondes paragéniques ; le passage d'une onde à travers un réseau ; la diffraction par un petit trou ; deux cas de réfraction par une surface plane ; la réfraction par un prisme d'acide carbonique et par un prisme d'hydrogène. Les clichés, mis en vente par la maison Newton et Cie de Londres, appartiennent au Laboratoire d'Enseignement de la Physique, à la Sorbonne.

Séance du 15 Février 1901.

M. P. Lemoult communique ses recherches sur les spectres d'absorption de quelques matières colorantes artificielles, recherches entreprises dans l'espoir de trouver une caractéristique propre à chacune des

⁴ Voir *Philosophical Magazine*, t. XLVIII, p. 218, août 1899 et t. L, p. 148, juillet 1900 ; *Nature*, t. LXII, p. 342, 9 août 1900 et *Journal de Physique* (3), t. VIII, p. 627 et t. X, p. 72.

principales familles que forment ces substances. Il s'est adressé d'abord aux colorants du triphénylméthane, répondant au type général :



dans lequel la ou les substitutions azotées, situés en para du carbone central et qui donnent à la molécule son caractère de colorant, sont appelées *groupes auxochromes* ; l'atome d'azote est dit, en outre, *primaire* s'il est lié à deux atomes d'hydrogène, *secondaire* lorsqu'un des H est remplacé par un radical gras ou aromatique et *tertiaire* lorsque les deux H sont remplacés par des radicaux. Les autres substitutions qui peuvent être effectuées sur les atomes d'H du noyau C⁶H⁴ et qui n'ont pas d'influence sur le caractère colorant de la molécule sont appelées *groupements non significatifs*. Pour rendre possible les comparaisons, les spectres d'absorption ont été observés sur des solutions d'une dilution constante (une molécule-gramme dans 1000 litres d'eau) et sous une épaisseur invariable (6 mm.). Si l'on examine les spectres ainsi obtenus pour les divers colorants du triphénylméthane, on constate que les uns comprennent une bande lumineuse relativement étroite située dans la région du rouge, tandis que les autres comprennent, outre une bande de cette nature, une autre (allant du bleu au violet) qui occupe une position variable avec chaque corps, et qui est, en général, beaucoup plus large que la première. La bande rouge apparaît donc déjà comme un caractère commun aux substances étudiées ; mais de plus, ce caractère commun est le plus persistant de tous car, si l'on observe un même colorant, on constate que la position et l'étendue des bandes se modifient avec la dilution et l'épaisseur, mais que la bande rouge persiste alors que les autres ont disparu par suite d'une dilution moindre ou d'une épaisseur plus grande ; elle constitue donc un caractère de famille qui survit à l'effacement des caractères individuels. Si, maintenant, l'on observe les divisions occupées par le milieu de ces bandes rouges, on constate que, pour tous les colorants possédant deux groupements auxochromes avec azote tertiaire, le milieu occupe toujours la division 21 du spectroscope, tandis que pour les colorants à trois groupements auxochromes tertiaires, le milieu de la bande est toujours à la division 32, et cela quels que soient le nombre, la nature et la position des groupes

micHEL et Bayrac, d'après lui, s'explique très bien par le fait que ces savants ont opéré sur des indophénols ayant tous un azote tertiaire. Si l'on prépare des indophénols ayant, par exemple, un azote primaire, la bande rouge devra probablement se déplacer. C'est ce que M. Lemoult a observé. Tandis que pour les indophénols à azote tertiaire de MM. Camichel et Bayrac, le milieu de la bande rouge correspond à la division 7, 5, pour les indophénols à azote primaire de l'auteur, il correspond à la division 16. Ainsi, dans une même famille, les colorants qui n'ont pas la même bande rouge diffèrent donc par un élément essentiel : la nature ou le nombre de leurs groupes auxochromes azotés. Ces faits peuvent s'exprimer ainsi : Les colorants à spectre d'absorption discontinu présentent une bande rouge dont le milieu est fixe (pour une dilution moléculaire et une épaisseur invariable) tant que la molécule ne se complique que de substances non significatives, tandis que le milieu de cette bande se déplace très sensiblement quand on modifie le nombre des groupements auxochromes azotés tertiaires. C'est ce qu'on pourrait appeler la *loi des groupements auxochromes azotés*.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Janvier 1901.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-D. van der Waals présente au nom de M. G. Bakker : *Contribution à la théorie des substances élastiques*. L'auteur suppose que les forces élastiques, qui ne se présentent que dans le cas de très petites distances, dépendent de la fonction potentielle $-Ae^{-\sigma r} r^{-1}$, où r désigne la distance. Il déduit les relations $2\theta = 3\theta - (S_1 + S_2 + S_3)$, $2B = S_1 + S_2 + S_3$, où U , B , θ indiquent respectivement le viriel des forces extérieures, celui des forces d'attraction moléculaires et la pression thermique au point considéré, tandis que S_1 , S_2 , S_3 représentent les tensions moléculaires dans les directions des axes principaux de pression. Ensuite, il trouve que la différence des tensions par unité de surface dans la direction des lignes de force et dans la direction perpendiculaire est égale au triple du travail nécessaire pour une raréfaction infinie de la substance, augmentée du double du viriel des forces d'attraction moléculaires. Enfin il s'occupe de la dilatation et applique ses résultats à l'allongement d'un prisme, à la dilatation d'un cylindre creux et d'une calotte sphérique, au piézomètre d'Oersted. — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. J.-C. Schalkwijk : *Isothermes de précision*. I. Mesures et calculs sur la cor-

TABEAU I. — Rapport du ménisque au rayon du tube dans un thermomètre à mercure.

R en centimètres	δ							
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
0,05	0,00126	0,00252	0,00378	0,00506	0,00637	0,00773	0,0091	0,0107
0,1	0,00252	0,00504	0,0076	0,0102	0,0128	0,0155	0,0183	0,0213
0,15	0,00376	0,00756	0,0111 $\frac{1}{2}$	0,0153	0,0192 $\frac{1}{2}$	0,0232 $\frac{1}{2}$	0,0271	0,0318
0,2	0,00505	0,0103	0,0153	0,0206	0,0257	0,0310	0,0366	0,0426
0,25	0,0065 $\frac{1}{2}$	0,0131	0,0196 $\frac{1}{2}$	0,0261 $\frac{1}{2}$	0,0327	0,0393	0,0462	0,0536
0,3	0,0080	0,0159	0,0239	0,0320	0,0401	0,0483	0,0566	0,0657
0,35	0,0093 $\frac{1}{2}$	0,0188	0,0283	0,0381	0,0489	0,0592	0,0700	0,0815
0,4	0,0108 $\frac{1}{2}$	0,0218	0,0331	0,0443	0,0563	0,0731	0,0904	

substituants non significatifs. A la suite d'observations de MM. Camichel et Bayrac, qui ont étudié antérieurement le spectre d'absorption des matières colorantes du groupe des indophénols, et annoncé qu'il renferme une bande rouge de position invariable, M. Lemoult a repris l'étude de ces colorants. Le résultat de MM. Ca-

rection pour le volume du ménisque de mercure chez les étalons de manomètre à gaz (suite, voir *Rev. gén. d. Sc.*, t. XII, p. 151). L'auteur continue ses recherches théoriques et expérimentales sur la forme de la courbe méridienne de la surface de révolution du ménisque de mercure ; il résume ses résultats sous forme de gra-

phiques et dans le tableau I à double entrée, faisant connaître le volume du ménisque en cmc. quand on donne le rayon R du tube capillaire en centimètres, et le quotient δ de la division de la flèche du ménisque par R. Dans ce tableau, les volumes ne différant pas sensiblement de ceux des segments sphériques correspondants sont imprimés en petits caractères; les résultats montrant une différence assez importante avec ce rapport ont été soulignés, et les volumes imprimés en italique ont été obtenus à l'aide d'extrapolations. Dans le cas $R = 0,5$, $\delta = 0,14$, l'auteur trouve 0,043, tandis que le segment sphérique correspondant donne 0,0363; ainsi la différence se monte à 23 %, tandis que les fautes admises dans les isothermes de précision ne surpassent pas 3 %. — M. H. W. Bakhuis Roozobonn pré-

TABLEAU II.

CONCENTRATION en gr. mol. pour 1.000 gr. H ₂ O	$\Delta\tau$	$\frac{\Delta\tau}{1,863}$	$\frac{\Delta\tau}{1,863} \left(1 + \frac{\Delta\tau}{\tau_0}\right)$	$\frac{\Delta p}{p_0} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta p}{p_0}\right)^2$	$\frac{\Delta p}{p_0}$
1,0107	2,0897	1,122	1,130	0,02036	0,02015
0,5056	0,9892	0,5310	0,5329	0,009600	0,009554
0,2500	0,4806	0,2580	0,2585	0,004657	0,004646
0,1250	0,2372	0,1273	0,1274	0,002295	0,002292
0,0632	0,1230	0,06602	0,06605	0,001190	0,001189
0,0285	0,0532	0,02856	0,02857	0,0005447	0,0005447

sente, au nom de M. A. Smits, deux mémoires: 1° *Détermination de la décroissance de la tension de vapeur de la solution de NaCl à des températures élevées*. Ce travail fait suite aux travaux antérieurs de l'auteur (voir *Rev. gén. de Sc.*, t. X, p. 887, t. XI, p. 224, 1028). 2° *Remarques sur les résultats de la détermination de la décroissance de la tension de vapeur et de l'abaissement de la température de congélation de solutions pas trop diluées*. À l'aide de la théorie du potentiel thermodynamique, M. J.-J. van Laar a développé *Zeitschr. f. physik. Chemie*, t. XV, p. 457, 1894 des formules très exactes pour la décroissance de la tension de

TABLEAU III.

CONCENTRATION en gr. mol. pour 1.000 gr. H ₂ O	$\Delta\tau$	$\frac{\Delta\tau}{1,863}$	$\frac{\Delta\tau}{1,863} \left(1 + \frac{\Delta\tau}{\tau_0}\right)$	$\frac{\Delta p}{p_0} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta p}{p_0}\right)^2$	$\frac{\Delta p}{p_0}$
1,0000	3,4237	1,833	1,8610	0,03353	0,03297
0,4887	1,6754	0,8993	0,9048	0,01630	0,01617
0,2393	0,8211	0,4407	0,4420	0,007962	0,007930
0,1179	0,4077	0,2183	0,2191	0,003947	0,003939
0,05829	0,2073	0,1113	0,1114	0,002007	0,002005

vapeur et l'abaissement du point de congélation. Il trouve :

$$\log \frac{p_0}{p} = l - \log c, \quad \Delta\tau = \tau_0 - \tau = \frac{R\tau_0}{S} (l - \log c)$$

où p_0 et p désignent la tension de vapeur du milieu solvant et de la solution, tandis que c , l , τ , τ_0 , R , S indiquent respectivement la concentration, une constante qui disparaît pour des solutions très diluées, les températures d'ébullition de la solution et du milieu solvant, une constante et la chaleur moléculaire de fusion du milieu solvant. L'auteur, en négligeant les puissances supérieures à la seconde, en déduit par combinaison, pour le cas de l'eau comme milieu solvant :

$$\frac{\Delta p}{p_0} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta p}{p_0}\right)^2 = \frac{18,016}{1,863} \Delta\tau \left(1 + \frac{\Delta\tau}{\tau_0}\right).$$

Ainsi, il trouve à l'aide des déterminations du point de congélation de M. Raoult (*Zeitsch. f. physik. Chemie*, t. XXVII, p. 638) sur le sucre de canne, le tableau II. Les résultats de ce tableau correspondent assez bien avec ceux obtenus par l'auteur, les déviations ne surpassant pas 21 pour mille. Dans le cas de NaCl, les déterminations de M. Raoult donnent le tableau III. Au contraire, les résultats de ce tableau ne s'accordent nullement avec ceux de l'auteur, les déviations montant de 56 à 136 pour mille, quand la concentration diminue de 1 à 0,05829. La valeur de Δp de M. Raoult surpasse toujours celle de M. Smits. L'auteur croit que M. Raoult a commis une erreur, déjà accusée par la décroissance de la quantité $i = \frac{\Delta p}{p_0} \cdot \frac{N}{n}$, où $\frac{n}{N+n}$ représente la concentration.

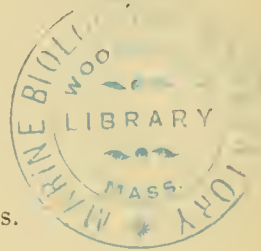
2° SCIENCES NATURELLES. — M. F. A. F. C. Went: *Sur l'influence de la nutrition sur la sécrétion des enzymes par Monilia sitophila (Mont) saec.* Le champignon *Monilia sitophila* est employé dans l'île de Java pour faire fermenter de petits gâteaux de graines d'*Arachides*. Il a une couleur orange très prononcée, lorsqu'il se développe à la lumière; dans l'obscurité, il reste blanc. Ce sont les rayons bleus et violets qui exercent cette influence sur la production du pigment; un éclairage d'un quart d'heure suffit pour faire apparaître, quelques heures après, une couleur rose. L'aliment carboné du champignon peut être très varié quoique les hydrates de carbone et particulièrement le raffinose, le maltose, l'amidon, la dextrose, la cellulose soient préférables. Comme aliment azoté, on peut choisir les peptones aussi bien que les amides et les sels inorganiques (sels ammoniacaux, nitrates, nitrites). Le *Monilia* vit assez bien sans oxygène libre en produisant de l'alcool et de l'acide carbonique. Le champignon sécrète des enzymes: 1° une *lipase*, qui saponifie les corps gras (en conséquence le lait se caille lorsqu'on y cultive le *Monilia*); 2° une *trypsine*, qui attaque les matières albuminoïdes, les peptones, la gélatine, mais qui n'est sécrétée que lorsqu'une de ces substances se trouve dans le liquide nutritif; 3° probablement une *tyrosinase*, parce que les milieux contenant des matières albuminoïdes, ou des peptones, ou de la tyrosine sont colorés en brun par le champignon; 4° une *invertase*, qui intervertit le sucre de canne et est sécrétée dans des conditions de nutrition très diverses; 5° un *enzyme amylolytique* (ou bien deux), qui change l'amidon en *d-glucose* avec l'intermédiaire d'une dextrose (plus tard le glucose est transformé en alcool, tandis qu'il se produit aussi une quantité d'éthers); 6° une *cytase* attaquant la cellulose; 7° un enzyme qui hydrolyse le maltose et qui est désigné par le nom de *maltoglucose*. Cette maltoglucose n'est sécrétée que lorsque l'aliment du champignon est hydrocarboné, ou bien quand il contient des corps albuminoïdes, ce qui s'explique par l'influence d'un reste hydrocarboné de ces substances. La sécrétion est très différente pour les divers hydrates de carbone, les plus efficaces étant le raffinose et le maltose, puis l'amidon, la cellulose et enfin le galactose, le xylose, le glycogène, le sucre de canne; le maltose doit être un terme intermédiaire de la transformation. Les quantités de maltoglucose sécrétées croissent avec la quantité de raffinose dans les liquides, jusqu'à une limite (environ 10 % de raffinose); en dépassant cette limite, la quantité d'enzyme diminue. La pression osmotique du liquide n'influe pas sur le phénomène. En général la quantité de maltoglucose monte avec le développement du mycélium du champignon. Les faits sont en désaccord avec l'opinion généralement admise que la sécrétion d'un enzyme soit preuve de la faim des cellules. P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.



Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Une nouvelle propriété de la Sphère. Les Surfaces pseudo-sphériques et la Géométrie non euclidienne. — De récents travaux viennent de mettre une fois de plus en lumière la différence qui existe entre les théorèmes que l'on peut énoncer sur une portion de surface, et ceux qu'on peut énoncer sur les surfaces entières.

C'est ainsi que l'un des résultats les plus importants de la Théorie générale des Surfaces est le suivant : Une surface étant donnée, il en existe une infinie variété d'autres qui sont *applicables* sur la première, c'est-à-dire qui lui correspondent de manière qu'une ligne quelconque tracée sur l'une de ces surfaces ait même longueur que la ligne homologue tracée sur la surface donnée. Pour trouver une de ces surfaces, il suffit de trouver une solution quelconque (à certains cas exceptionnels près) d'une certaine équation aux dérivées partielles.

Par exemple, il existe une infinité de surfaces applicables sur la sphère ; ce qui revient à dire qu'il existe une infinité de surfaces ayant leur courbure totale constante.

Mais il faut se garder de donner à ces théorèmes une signification qu'ils n'ont pas. Leur sens est celui-ci : Une *portion suffisamment restreinte* quelconque d'une surface quelconque étant donnée, il existe d'autres portions de surface applicables sur la première.

Supposons, au contraire, qu'il s'agisse de surfaces entières : alors les conclusions peuvent changer du tout au tout. C'est ainsi que l'on a les propositions suivantes :

La sphère est la seule surface fermée et sans singularités qui soit à courbure constante positive ;

Il n'existe aucune surface fermée et sans singularités qui soit applicable sur une sphère, sans lui être égale ; propositions qui résultent des travaux de MM. Minkowski, Liebmann, Hilbert, auxquels nous faisons allusion en commençant.

Il est même probable que, conformément à une vue déjà ancienne de Minding, et par analogie avec ce qui se passe pour les polyèdres convexes d'après un théorème connu de Cauchy, le théorème de l'indéforma-

bilité de la sphère s'étend à toute surface fermée et convexe. En tout cas, cette conclusion est d'ores et déjà établie pour une déformation infiniment petite.

De même, si l'on cherche à déterminer une surface en se donnant, en fonction des cosinus directeurs de la normale, la courbure totale ou la courbure moyenne, on est conduit à une équation aux dérivées partielles aisée à former ; il semble donc qu'on ait une infinité de solutions, dépendant de fonctions arbitraires. C'est bien ce qui a lieu pour des portions de surfaces, mais non pour des surfaces entières. Dans le cas de surfaces fermées convexes, sans qu'il soit encore établi que la solution (si elle existe) est unique, on est déjà assuré que les solutions sont isolées, c'est-à-dire que, l'une d'elles étant donnée, il n'en existe pas d'autre infiniment voisine de la première.

Enfin, le même ordre de recherches a conduit M. Hilbert à la solution d'une question qui intéresse tout particulièrement l'histoire et les principes de la Géométrie. On sait que le procédé employé pour démontrer en toute rigueur que la Géométrie non euclidienne ne conduit à aucune contradiction consiste à *réaliser* cette géométrie par un changement convenable apporté aux conditions dans lesquelles se place la Géométrie ordinaire. On avait cru tout d'abord arriver au but en remplaçant le plan par une autre surface, la *pseudosphère* de Beltrami, laquelle est à courbure constante négative. Il n'en était rien : la pseudosphère, qui présente une ligne singulière, ne pouvait être utilisée que dans une région limitée à cette ligne et, par conséquent, ne pouvait représenter qu'une partie du plan non euclidien.

Depuis, on a obtenu la démonstration demandée en remontant plus haut, en modifiant la définition même de la longueur d'une ligne. Mais il restait à savoir si la voie primitivement suivie permettrait de parvenir au même résultat, en remplaçant la pseudosphère de Beltrami par une autre surface, également à courbure négative, mais dépourvue de singularités.

La question vient d'être résolue par la négative : une telle surface ne peut exister.

Nous ne pouvons parler ici des raisonnements par lesquels ces différents théorèmes ont été établis. Disons seulement qu'ils nous montrent combien la rigueur et

la généralité qu'on a introduites en Analyse dans ce siècle sont loin d'être des conquêtes stériles.

Ainsi les démonstrations de M. Liebmann reposent toutes sur l'introduction d'une certaine surface auxiliaire et sur la forme qu'affecte cette surface en un quelconque de ses points. Si cette surface était partout régulière, les raisonnements tiendraient en quelques lignes. Mais il n'en est pas ainsi : la surface en question a toujours des points singuliers. Il faut donc discuter ces points et constater en toute rigueur que leur présence ne change pas les conclusions que l'on a en vue.

De même, le raisonnement par lequel M. Hilbert démontre l'impossibilité d'une surface pseudosphérique partout régulière exige que la surface soit rapportée à ses lignes asymptotiques et que l'on discute si, dans les conditions où l'on se place, le choix de ce genre de coordonnées est légitime.

§ 2. — Astronomie

La Comète Giacobini (1900, c). — La dernière comète de l'année 1900 a été découverte le 20 décembre dernier, à l'Observatoire de Nice, par M. Giacobini, à l'aide de l'équatorial coudé de cet observatoire.

Les observations se succédèrent tant à Nice qu'à Alger, par MM. Rambaud et Sy, à l'équatorial coudé de 0^m.318 d'ouverture, et à Besançon, par M. P. Chofardet à l'équatorial coudé.

Ces différentes observations n'ont pas encore permis de pousser beaucoup plus avant la connaissance de l'orbite, dont les éléments paraboliques ont été tout d'abord calculés par MM. Kreutz et Möller (de Kiel), puis, plus tard, par M. Campbell, de Mont-Hamilton.

Le directeur des *Astronomische Nachrichten* pense que cette comète peut présenter un très réel intérêt, en raison de son mouvement direct et de la valeur de certains de ses éléments qui la rapprochent d'une classe curieuse de comètes dont le nombre s'accroît de jour en jour.

C'est également l'avis de M. Perrotin; nous serons d'ailleurs bientôt édifiés sur ce point, si l'astre nouveau, dont l'éclat va s'affaiblissant, peut néanmoins être suivi assez longtemps pour permettre la détermination d'éléments ayant pour base un arc de courbe de quelque étendue.

La queue de la comète s'étend en forme de panache dans un angle de position voisine de 45° et mesure de deux à trois minutes d'arc de longueur dans la lunette du grand équatorial de Nice; la nébulosité de la tête, régulièrement arrondie, entoure un noyau bien caractérisé, de 11° grandeur environ.

Cette découverte intéressante fait le plus grand honneur à M. Giacobini, qui, d'ailleurs, en récompense de ses importants travaux, vient de se voir décerner le Prix Lalande à l'Académie des Sciences.

§ 3. — Génie civil

La Locomotive moderne et son avenir. — A la dernière réunion de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, M. Sauvage, le savant ingénieur des Chemins de fer de l'Ouest, a traité, devant un auditoire d'élite, la question des locomotives, qu'il connaît si bien. Les principaux traits de sa conférence si substantielle ont été les suivants :

La machine locomotive joue un rôle considérable au point de vue social, et ses progrès, comme vitesse et comme puissance, ont provoqué une véritable révolution dans la vie moderne. La construction et la conduite de toutes les locomotives existantes occupent plus d'un million de personnes. Il est très difficile d'établir le prix de revient réel d'une machine en service. On le rapporte généralement à la tonne kilométrique transportée ou au voyageur transporté à 1 kilomètre, et on s'aperçoit ainsi que l'on n'a pas intérêt à ménager outre mesure les organes du cheval de fer pour pro-

longer son existence, d'autant plus que les besoins à satisfaire se modifient très vite. Il n'y a pas à proprement parler, depuis l'origine des chemins de fer, de gros changements dans les dispositions essentielles des machines; la distribution se fait toujours par tiroir plan, et le changement de marche au moyen de la coulisse. C'est sur une multitude d'autres points, qui paraissent secondaires au début, que se sont portés les perfectionnements, et chacun d'eux, résultat d'études constantes aussi bien en théorie qu'en pratique, est venu très utilement contribuer à améliorer le rendement. Ceci prouve, en passant, que l'établissement des principes fondamentaux ne suffit pas pour le développement d'une grande invention telle que la machine locomotive, et que les multiples ingénieurs qui, tous les jours, s'appliquent à l'étude d'un détail sont loin de faire œuvre vaine.

En réalité, il n'existe pas de locomotives à très grande vitesse, car il faut toujours tenir compte du tonnage qu'une machine doit remorquer, tonnage qui dépend de l'adhérence et, par conséquent, du poids même de cette machine. C'est donc une erreur de chercher à augmenter outre mesure le diamètre des roues. Aussi, même dans les machines à grande vitesse, les dimensions des roues motrices sont limitées à 2 mètres de diamètre. Pour l'étude générale de la machine, il semble qu'on puisse passer successivement en revue la chaudière, qui produit la vapeur, le mécanisme, qui utilise cette vapeur, et le châssis, qui supporte le tout, et repose sur les roues. Mais il ne faut pas oublier que la locomotive doit être une, et que l'ingénieur qui la construit fait toujours intervenir simultanément les trois questions, pour que les liaisons entre les différents organes ne risquent jamais d'être défectueuses.

On regrette beaucoup, il y a vingt ans, que les anciens ingénieurs des chemins de fer se soient limités au chiffre fatidique de 1^m44 pour l'écartement normal de la voie, et qu'ils n'aient pas eu l'idée d'adopter quelques centimètres de plus, ce qui aurait facilité les efforts des ingénieurs actuels, obligés d'augmenter la puissance des machines. On avait certainement tort de penser ainsi, car le chemin parcouru depuis cette date est considérable, bien que le chiffre de 1^m44 subsiste toujours; du reste, celui qui fait l'étude d'une locomotive n'est pas seulement gêné par le faible écartement de la voie, car le poids des différents organes réparti sur chaque essieu ne doit pas dépasser la limite de résistance imposée pour le rail.

Les chaudières, toujours tubulaires, ne sont plus forcément comprises entre l'écartement des roues. On les dispose carrément au-dessus : on ne craint plus de relever ainsi le centre de gravité dans une certaine proportion, et on y trouve même l'avantage d'un certain balancement qui atténue les chocs trop violents. Au fur et à mesure que la chaudière s'élève, la hauteur de la cheminée diminue, et même elle disparaît presque dans les machines anglaises, en raison du gabarit très limité des voies. Parmi les locomotives à vaporisation puissante, presque toutes en usage maintenant, il convient de citer la machine Mallet, de la Compagnie de l'Est, à qui revient l'honneur d'avoir marqué la première cette évolution dans l'histoire des chemins de fer. Les tubes qui puisent les calories des gaz du foyer, et les transmettent à l'eau qui entoure leur surface extérieure dans la chaudière, ont diminué en nombre et augmenté en diamètre. De plus en plus se répand l'usage des tubes Serve, c'est-à-dire de tubes munis à l'intérieur d'ailettes qui multiplient la surface du métal en contact avec les gaz, sans modifier celle qui est baignée par l'eau. Avec les pressions plus élevées, auxquelles on produit la vapeur, les foyers sont devenus plus épais; ce qui est très curieux, c'est la tendance en Europe à conserver les foyers en cuivre, tandis qu'en Amérique on n'emploie que des foyers en acier. Ces derniers présentent évidemment l'avantage d'un poids moindre, et d'un prix moins élevé. Mais leur faible épaisseur paraît un peu risquée.

A côté des deux cylindres recevant alternativement la vapeur de la chaudière, on a essayé le système composé, d'abord avec 2 cylindres seulement, puis avec 3 cylindres, et enfin on s'est arrêté à la solution symétrique des 4 cylindres, 2 à basse pression, 2 à haute pression, qui présente naturellement l'avantage d'un meilleur équilibrage pendant le mouvement. Des tiroirs cylindriques remplacent quelquefois les tiroirs plans de la distribution.

Enfin, le châssis se fait différemment en Europe et en Amérique. Un assemblage de longerons et d'entretoises remplace ici le cadre simple en fer forgé qui seul est employé de l'autre côté de l'Atlantique. Il faudrait des expériences pratiques comparatives, c'est-à-dire basées sur des conditions identiques de travail, pour établir quel est le système le plus durable. Les roues servent d'intermédiaires entre le châssis et la voie, et c'est surtout dans leur disposition, et en vue de la douceur du roulement, que les modifications les plus importantes ont été apportées ces dernières années. D'abord, pour augmenter l'adhérence de la machine, on accouple 2, 3, 4 et même 5 essieux. Quelques solutions comportent 2 essieux moteurs, permettant de constituer des accouplements partiels. Mais ce qui caractérise surtout la machine moderne, c'est l'adoption à peu près générale du *boggie*, qui répartit uniformément le poids antérieur sur les deux rails, et évite les ripages dont les effets peuvent être si dangereux. Les idées se sont bien modifiées au sujet du *boggie*. On considérait cet organe, à l'origine, comme devant servir exclusivement sur les lignes secondaires à courbes prononcées, en raison de la facilité évidemment réelle avec laquelle sa faible longueur lui permet de s'encadrer dans un arc de petit rayon. Il se trouve précisément aujourd'hui que c'est sur les grandes lignes à profil très largement étudié, que le *boggie* présente le plus d'intérêt, et c'est à lui surtout que l'on est redevable de la sécurité qui permet d'aborder les grandes vitesses actuelles.

Quel est l'avenir réservé à la locomotive ? Son moteur à vapeur sera-t-il remplacé à courte échéance par la réceptrice électrique, comme nous en voyons déjà quelques exemples ? Certes on peut prévoir, au moins dans l'état actuel de nos connaissances, que les locomotives à vapeur ne sont pas près de disparaître, et que la question du prix de revient empêchera encore longtemps de généraliser l'application si intéressante de l'électricité, qui a déjà été faite pour la traction des tramways et le remorquage de convois lourds dans des conditions limitées de vitesse. A ce propos, on croit souvent à tort que l'électricité fournie par les chutes d'eau ne coûte rien. La chute, en effet, telle qu'elle se montre aux yeux du touriste, représente une puissance dont la valeur n'est pas utilisée, et qui se perd. Il en est d'elle comme de la houille enfouie à quelques centaines de mètres au-dessous du sol. Mais, s'il faut aménager cette chute pour en tirer parti, de même que l'on extrait la houille à grands renforts de travaux, la dépense devient très réelle, et même considérable, et la seule différence, au point de vue de l'exploitation, entre l'utilisation d'une chute d'eau et l'emploi du charbon, est que dans le premier cas les frais de premier établissement sont très élevés, et ceux d'entretien beaucoup plus réduits. La locomotive à vapeur a donc encore de beaux jours, et on trouvera le temps de la perfectionner davantage.

Une centaine de projections, fort bien choisies, sont venues ajouter un attrait de plus à la conférence de M. Sauvage. On a beaucoup remarqué celles qui montraient les différents âges, si dissemblables, de la locomotive américaine, comme aussi les vues se rapportant au record européen de la rapidité de montage d'une locomotive, record tenu il y a quelque temps par les ateliers d'Épernay, où en moins d'une semaine une machine fut complètement montée, équipée, et mise en service. Cette précision et cette rapidité extraordinaire de montage font particulièrement honneur à M. Dejean, l'habile ingénieur de ces usines de la Compagnie de l'Est.

Le Gaz à l'eau et ses applications. — Ces jours derniers, notre collaborateur M. Emile Demenge a fait, devant la Société de l'Industrie Minérale, une conférence fort documentée sur le gaz à l'eau et sur ses principales applications dans l'industrie. Comme la question du gaz à l'eau est à l'ordre du jour et que l'on en parle, non seulement comme moyen de chauffage dans les usines, mais encore et surtout comme un procédé d'éclairage pouvant apporter un contingent utile aux anciens appareils producteurs de gaz de houille, nous croyons utile de signaler à nos lecteurs quelques points de cette conférence, nous réservant de les entretenir plus longuement de la question dans un article de fonds que nous prépare notre collaborateur.

Le gaz à l'eau est constitué par un mélange de deux gaz combustibles : l'oxyde de carbone et l'hydrogène, et caractérisé par l'absence de tout gaz inerte, tel que l'azote. Son pouvoir calorifique est d'environ 2.800 calories par mètre cube. Sa température de combustion dans l'air froid, en tenant compte de la variation très sensible des chaleurs spécifiques des corps aux températures élevées, est de 2030°; tandis qu'avec le gaz Siemens ordinaire cette température, calculée dans les mêmes conditions, ne s'élève qu'à 1500°⁹⁴.

Pour produire le gaz à l'eau, les opérations sont intermittentes.

Dans une première période, on porte à l'incandescence, par insufflation d'air, une certaine masse de combustible, et, pendant la seconde période, on fait passer au travers de cette masse incandescente un courant de vapeur d'eau, laquelle est décomposée d'après la formule : $H_2O + C = CO + H_2$, en absorbant progressivement les calories emmagasinées dans le combustible. Il faut donc, au bout d'un certain temps, arrêter le passage de la vapeur et ramener, par un nouveau soufflage d'air, l'incandescence dans le combustible.

Dans la plupart des procédés, on s'attache, pendant la période de soufflage d'air, à obtenir l'incandescence tout en produisant une combustion incomplète. Les gaz sortant de l'appareil contiennent une certaine quantité d'oxyde de carbone et sont utilisés postérieurement à des chauffages quelconques, soit à la production de la vapeur d'eau, soit à son surchauffage. Dans ce dernier cas, on leur fait traverser une chambre garnie de briques placée à la suite du gazogène, et dans laquelle de l'air supplémentaire est introduit pour compléter la combustion. Pendant la deuxième période, la vapeur est obligée de passer par cette chambre avant d'être introduite dans le gazogène.

Un seul procédé suit une tout autre voie pendant la période de soufflage, et les résultats qu'il donne sont si remarquables que la méthode mérite une mention particulière. C'est un ingénieur suédois, M. Dellwik, qui a imaginé, à l'encontre des idées acquises, de produire immédiatement dans le gazogène une combustion complète. Il arrive à transformer tout de suite le carbone en acide carbonique, en réglant convenablement les proportions relatives du coke enfourné et de l'air insufflé. On comprend très bien, même sans avoir recours au calcul des calories, qu'on développe ainsi au centre de la masse du coke une chaleur infiniment plus vive et que, par suite, on obtient beaucoup plus rapidement l'incandescence, en donnant de plus, pour ainsi dire, à cette incandescence une plus grande intensité. Deux conséquences importantes s'en déduisent :

1° La période de soufflage d'air est extrêmement plus réduite qu'avec les autres procédés (1 minute 1/2 au lieu de 8 à 10 minutes);

2° La période de dégagement du gaz à l'eau, qui correspond au passage de la vapeur, dure beaucoup plus longtemps qu'avec les autres procédés (de 8 à 12 minutes au lieu de 3 à 5 minutes).

La conclusion est qu'avec le procédé Dellwik, on

⁹⁴ Voir l'ouvrage de M. DAMOUR : *Le Chauffage Industriel et les Fours à gaz*, 1898.

produit 2, 3 mètres cubes de gaz à l'eau par kilo de carbone brûlé, en employant un bon coke sec contenant jusqu'à 10 % de cendres, et ayant au moins la grosseur du poing.

Le pouvoir calorifique moyen du gaz à l'eau obtenu pratiquement étant de 2.550 calories par mètre cube, et 1 kilo de carbone développant au maximum 8.080 calories, le rendement de l'appareil s'élève donc à :

$$\frac{2,3 \times 2.550}{8.080} = 72,7 \%$$

la vapeur totale, consommée par mètre cube de gaz à l'eau produit, se tenant, d'autre part, entre 0 k. 80 et 1 kilog.

Ainsi, au lieu de rechercher la combustion complète en deux fois, à l'aide d'abord d'un gazogène, puis d'un régénérateur, le procédé Dellwik l'obtient complète immédiatement; les pertes par rayonnement sont moindres et l'appareil est beaucoup plus simple, ce qui est très appréciable aux points de vue de la construction, de l'encombrement et de l'entretien.

Le gaz à l'eau a des applications multiples, car il convient très bien au chauffage, à la production de la force motrice et à l'éclairage :

1° Grâce à la flamme pure, réductrice et très chaude, que donne sa combustion, on emploie déjà beaucoup le gaz à l'eau pour le réchauffage des métaux facilement oxydables, pour le soudage des centres de roues, des tubes en acier de gros diamètre, et des pièces de chaudronnerie de toutes sortes, etc. Dans les ateliers modernes de construction, le gaz à l'eau sert au chauffage des rivets et alimente les nombreux feux de forges. Dans les fabriques d'accumulateurs, il donne un moyen très efficace pour faire les soudures au plomb; dans les grandes aciéries, il est utilisé au chauffage des fours à sole et des fours à creusets et permet de simplifier considérablement la construction et la marche de ces fours. Il en est de même en verrerie, en céramique, et dans les fabriques de produits chimiques. En un mot, son emploi se répand de plus en plus, et l'on compte déjà plus de 40 installations Dellwik en Suède, en Allemagne et en Angleterre¹;

2° En ce qui concerne la force motrice, le gaz à l'eau, ne donnant à la combustion aucun résidu, présente un avantage très appréciable pour l'alimentation des moteurs. Une consommation de 1 mètre cube suffit pour produire un cheval-heure effectif;

3° Enfin, pour l'éclairage, le gaz à l'eau, qui n'a pas de pouvoir éclairant par lui-même, peut être employé, soit à l'état pur sous des becs à incandescence, soit à l'état de mélange avec le gaz d'éclairage dans la proportion de 25 à 30 %, et, dans ce dernier cas, on restitue au mélange son pouvoir éclairant normal par une recarburation à l'aide du benzol.

§ 4. — Chimie

L'Analyse des Sucres. — Nos lecteurs savent que M. Duclaux a organisé à l'Institut Pasteur, sous la direction de M. Trillat, une série de conférences destinées surtout à instruire les jeunes chimistes qui fréquentent le laboratoire d'Analyse et de Chimie appliquées.

Le 13 février, M. Lindet, professeur à l'Institut National Agronomique, a fait une conférence sur l'analyse des sucres, à laquelle avaient été conviés les spécialistes qui s'occupent de la question. M. Lindet a montré tout d'abord que les sucres, dont le chimiste administratif, industriel ou commercial, doit se préoccuper, sont peu nombreux. Ils présentent des propriétés communes, quelquefois avec des intensités semblables, quelque-

fois avec des intensités différentes. Ces dernières sont les seules que le chimiste puisse utiliser dans la recherche des sucres; elles sont au nombre de deux, le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur vis-à-vis de solutions alcalines de cuivre; mais chacune d'elle se dédouble, du fait de la transformation ou inversion des sucres par le chauffage en présence des acides.

Le conférencier, après avoir indiqué les procédés de défécation au sous-acétate de plomb et au sulfate de bioxyde de mercure, a exposé ces deux propriétés fondamentales des sucres, montré qu'elles varient d'un sucre à l'autre, et fait voir comment on peut profiter de ces variations pour doser chacun d'eux. Puis il a discuté les procédés dits d'inversion. Il a terminé l'entretien en donnant quelques exemples de calculs appliqués à l'analyse des mélanges de saccharose, de maltose, de dextrose et lévulose, aux mélanges de dextrine et de maltose, de dextrine et de dextrose.

M. Lindet s'est préoccupé surtout non pas de discuter les nombreux résultats obtenus par différents procédés, résultats souvent contradictoires, mais de donner aux jeunes chimistes du laboratoire, qui deviendront bientôt des praticiens, une méthode simple et débarrassée de petits procédés accessoires qui ralentiraient son exécution et ne la rendraient pas plus exacte.

§ 5. — Zoologie

Hermaphroditisme et Parthénogénèse chez les Nématodes. — On sait que les Nématodes, qui comptent environ 1.600 espèces, ont presque toujours les sexes séparés, sauf quelques rares exceptions. Maudslayi vient de publier un travail des plus intéressants¹, aussi rempli d'idées que rigoureux dans l'observation, dans lequel il étudie spécialement l'hermaphroditisme et la parthénogénèse des Nématodes. A la liste des 18 espèces chez lesquelles on ne connaît pas de mâles, Maudslayi ajoute encore 16 espèces; sur ces 35 espèces, 25 sont hermaphrodites et 9 parthénogénétiques, et il est probable, vu la grande quantité d'espèces chez lesquelles les mâles sont inconnus, que ces nombres s'accroîtront beaucoup dans la suite. Par leur morphologie et leur biologie, ces Nématodes unisexués ne se distinguent en rien de leurs congénères à deux sexes séparés; tous, ovo-vivipares ou ovipares, se présentent avec l'aspect général et la conformation ordinaire des femelles; la modification s'est donc produite uniquement sur l'organe génital, qui n'est d'ailleurs modifié que dans son fonctionnement.

Chez les espèces hermaphrodites, l'organe génital, arrivant à maturité, commence d'abord par fonctionner comme testicule et produit une certaine quantité de sperme, emmagasiné dans un appendice de l'utérus, jouant le rôle de réceptacle séminal. Puis les œufs se développent, et lorsqu'ils sortent de l'ovaire pour se rendre dans l'utérus, ils traversent la poche à spermatozoïdes et sont fécondés. Il y a donc hermaphroditisme profondique et fécondation autogamique dans le sens le plus strict du mot, toute fécondation croisée étant interdite à ces Nématodes. Mais il y a un défaut d'harmonie manifeste entre l'activité masculine et l'activité féminine de ces hermaphrodites, puisque, quand le stock de spermatozoïdes est épuisé (entre 200 et 250 œufs fécondés), la femelle continue à pondre au moins 400 œufs, qui ne sont plus fécondés et se désorganisent rapidement; cet état est donc défavorable à l'espèce et ne peut pas être une adaptation saisie et fixée par la sélection naturelle.

Mais les mâles ne sont pas complètement absents; ils sont seulement très rares; pour 10.000 femelles de *Rhabditis Vigueri*, il y a 450 mâles; pour le même nombre de femelles de *Diplogaster robustus*, il y a seulement un mâle; d'autres espèces présentent des étapes

¹ Rapport de M. DELLWIK à *Hron and Stiel Institute*, Mai 1900. Ouvrage de M. DICKE : *Dellwik-Fleischer's Wassergas System und seine Anwendungen*, Frankfurt à M. Juillet 1899.

¹ Modes et formes de reproduction des Nématodes (*Arch. Zool. exp.*, 3^e série, t. VIII, 1900, p. 463).

intermédiaires entre ces deux extrêmes; ces mâles rarissimes sont d'ailleurs parfaitement normaux au point de vue structural, et leur spermatozoïdes sont identiques à ceux de leurs femelles hermaphrodites. Mais ils ont perdu à peu près totalement tout instinct et tout appétit sexuel; ils ne s'occupent pas plus des femelles que si elles étaient des corps inertes, fait d'autant plus singulier que, chez les espèces dioïques normales, les mâles sont très ardents à la recherche des femelles, et ces dernières absolument passives. Maupas explique cette décadence psychique par la non transmission héréditaire de l'instinct copulateur mâle, puisque les quelques mâles qui réapparaissent accidentellement ne prennent plus part à la procréation des générations successives.

On assiste donc chez les Nématodes à une élimination progressive du sexe mâle; chez *Rhabditis Viguiéri*, il existe un mélange de mâles purs, de femelles pures (1/5 des femelles), et de femelles hermaphrodites (les 4/5 des femelles), qui tous trois ont leurs facultés génésiques intégrales; à l'autre extrémité de la série, les mâles sont seulement des témoins de l'ancienne dioïté; ils ne jouent littéralement aucun rôle et méritent bien, comme les mâles complémentaires des Sacculines, la dénomination de *mâles ataviques*. L'hermaphroditisme s'est développé uniquement sur la forme féminine des espèces, comme le prouve l'étude des organes génitaux, qui affectent toujours la disposition typique des femelles et jamais celle des mâles, conclusion qui s'accorde avec ce que l'on sait pour les Crustacés, Poissons et Mollusques hermaphrodites; il semble qu'il y ait la une loi générale et que l'état bisexué de la glande génitale ne trouve un terrain favorable à son développement que chez les individus ayant déjà subi une différenciation sexuelle somatique dans le sens femelle. Cependant l'hermaphroditisme du type mâle n'est pas impossible à rencontrer; plusieurs auteurs, et Maupas pour *Rhabditis elegans*, en ont décrit, des cas, mais toujours à l'état d'anomalies isolées.

Enfin, cette production successive de spermatozoïdes et d'ovules dans l'ovaire de ces Nématodes, la production d'ovules chez des mâles anormaux de Nématodes, Crustacés, Batraciens et Echinodermes, tout cela prouve une fois de plus l'identité des cellules germinales mâles et femelles; chaque cellule génitale possède en puissance les deux tendances sexuelles, ou, plus exactement, chacune d'elles est neutre et attend la circonstance déterminante qui la fera pencher dans un sens ou dans l'autre.

Maupas ne partage pas l'opinion des auteurs qui trouvent une corrélation entre la vie sédentaire et l'hermaphroditisme; si tous les hermaphrodites se fécondaient par eux-mêmes, cette hypothèse serait évidente, mais l'autofécondation est plutôt rare chez les animaux hermaphrodites, de sorte qu'on ne voit pas quelle relation pourrait bien exister entre ces deux conditions, puisque, finalement, il y a nécessité, soit de fécondation externe, soit d'accouplement. En tous cas, ce que l'on sait de l'hermaphroditisme chez les Nématodes, restés libres et agiles, n'est pas favorable à cette généralisation.

§ 6. — Physiologie

Les Sérums précipitants. — En étudiant le phénomène de l'hémolyse sous l'influence des sérums, et de l'agglutination des hématies qui en est en général le prélude, M. Bordet a attiré l'attention des biologistes sur un fait intéressant, dont l'importance théorique et pratique nous apparaît chaque jour plus grande.

En injectant dans le péritoine du lapin, à plusieurs reprises, quelques centimètres cubes de sang défibriné de poule, on communique au sérum de la poule de ce lapin un certain nombre de propriétés qu'il ne possédait pas avant les injections auxquelles l'animal a été soumis. Si l'on mélange le sang défibriné de la poule et le sérum normal du lapin dans des proportions quelconques, on ne constate dans ce mélange ni agglutination

ni dissolution des hématies, ni précipitation du sérum. Si l'on mélange le même sang défibriné de poule et le sérum du lapin soumis aux injections intrapéritonéales de sang de poule, on constate, pour des proportions convenables des deux liquides constituant le mélange, une agglutination et une dissolution des hématies et une précipitation du sérum. Cette même précipitation se produit si l'on mélange du sérum de poule et du sérum de lapin soumis aux injections intrapéritonéales de sang de poule; elle ne se produit point si l'on mélange du sérum de poule et du sérum de lapin normal. C'est une propriété acquise; mais cette propriété n'est acquise que pour le sérum de la poule; le sérum du lapin actif vis-à-vis du sérum de la poule est inactif vis-à-vis des sérums d'autres animaux.

En injectant à plusieurs reprises, dans le péritoine de lapins, du lait, on obtient, au bout de quelque temps, chez ces animaux, un sérum doué de la propriété de précipiter le lait. Si, dans un tube, on verse 3 centimètres cubes de ce sérum, et dix à quinze gouttes de lait, on voit apparaître dans le mélange des grains très fins, qui grossissent peu à peu, et se transforment en flocons qui, suivant que le lait est éteint ou normal, tombent au fond, ou montent à la surface du mélange. Le mélange de lait et de sérum de lapin normal, dans les mêmes proportions, demeure opalescent et sans trace de précipitation.

En immunisant des lapins, des cobayes, des chiens et des chèvres contre le sérum toxique d'anguilles, par injections progressives et répétées de ce dernier, M. Tchistovitch a obtenu chez ces animaux des sérums qui, mélangés *in vitro* au sérum d'anguille, en produisent la précipitation.

MM. Bordet et Tchistovitch avaient, dans leurs travaux, signalé les propriétés précipitantes que peuvent acquérir les sérums, en indiquant en même temps que cette précipitation ne se produit que vis-à-vis de la liqueur qui a servi aux injections, et pour l'espèce animale qui a donné cette liqueur. Mais ils n'avaient pas insisté sur cette notion de spécificité de leurs sérums. Ces sérums nous apparaissent aujourd'hui comme doués d'une double spécificité: 1° ils ne précipitent que l'espèce chimique ou les espèces chimiques contenues dans les liqueurs qui ont servi aux injections; si l'on fait des injections de sérumglobuline à plusieurs reprises, on obtient un sérum capable de précipiter la sérumglobuline, mais non pas la sérumalbumine, mais non pas la caséine, etc.; 2° ils ne précipitent cette espèce chimique que si elle provient de l'espèce animale à laquelle on a emprunté la substance injectée. Si l'on injecte du sérum de poule au lapin, le sérum de ce lapin acquiert la propriété de précipiter le sérum de poule, mais non pas ceux du cobaye, du chien, du cheval, de l'oie, etc. Ces notions, déjà indiquées par M. Nollé, se sont précisées chaque jour davantage, à mesure que les travaux sur ces intéressantes questions se sont faits plus nombreux.

MM. Leclainche et Vallée font une application de ces notions à la chimie clinique. En injectant pendant plusieurs jours de suite, dans les veines d'un lapin, de 20 à 30 centimètres cubes d'une urine humaine, albumineuse, contenant environ 2 grammes d'albumine par litre, ils ont obtenu chez ce lapin un sérum qui, mélangé à une urine albumineuse, en détermine la précipitation.

M. Uhlenhuth, en injectant dans le péritoine du lapin des solutions concentrées d'ovalbumine de poule, a obtenu un sérum capable de précipiter les solutions d'ovalbumine de poule, même extrêmement diluées, incapable de précipiter les solutions d'ovalbumine d'autres oiseaux, permettant par conséquent de caractériser cette ovalbumine.

M. A. Schütze, en injectant sous la peau de lapins, à six ou huit reprises espacées de trois à quatre jours, 10 à 20 centimètres cubes de lait de vache chaque fois, obtient un sérum précipitant le lait de vache, mais ne précipitant pas le lait de chèvre ou le lait de femme; — en injectant le lait de femme, il obtient un sérum pré-

cipitant le lait de femme, mais ne précipitant pas le lait de vache ou le lait de chèvre; — en injectant du lait de chèvre, il obtient un sérum précipitant le lait de chèvre, mais ne précipitant pas le lait de vache ou le lait de femme. M. Schütze en conclut que les caséines de ces divers laits ne sont pas identiques. Nous ne combattons pas cette conclusion, mais elle est certainement prématurée, car rien ne prouve à l'heure présente que la nature du milieu dans lequel se fait la précipitation ne soit la cause des résultats différents observés; rien ne prouve que ce n'est pas aux variations de ce milieu chez les divers animaux qu'il faut rapporter les différences observées. Vraisemblablement la conclusion de M. Schütze sera vérifiée; mais il est regrettable d'entendre émettre des conclusions ainsi prématurées. M. Schütze a constaté encore que le sérum capable de précipiter le lait de vache ne peut plus le précipiter aussi bien, aussi abondamment, quand ce lait a été maintenu à l'autoclave pendant une demi-heure, à une température qu'il n'indique pas.

M. Uhlenhuth enfin, en injectant dans le péritoine du lapin du sang défibriné de bœuf à huit jours d'intervalle, et à plusieurs reprises, a obtenu un sérum capable de précipiter le sang de bœuf dilué au 400^e, sans précipiter le sang du cheval, de l'âne, du porc, du bœuf, du chien, du chat, du cerf, du lièvre, du cobaye, du rat, de la souris, du lapin, de la poule, de l'oie, du pigeon, de l'homme. En injectant de même à des lapins du sang d'homme, M. Uhlenhuth a obtenu un sérum précipitant le sang d'homme, et lui seul, ne précipitant le sang d'aucun des animaux ci-dessus nommés. La réaction est d'ailleurs extrêmement sensible; il suffit de traces de sang, diluées dans une grande quantité d'eau, pour la manifester. Il y a plus: M. Uhlenhuth, reprenant par l'eau salée physiologique des taches de sang humain vieilles de quatre semaines, a obtenu une liqueur précipitant par son sérum de lapin préparé avec le sang humain; — tandis que les liqueurs obtenues en partant de taches de sang de bœuf et de cheval ne précipitent pas par ce même sérum. C'est là une application ingénieuse des faits que nous venons de signaler à la Médecine légale.

M. Uhlenhuth annonce qu'il utilisera la même méthode pour rechercher si le sang du cheval est identique au sang de l'âne, si le sang de l'homme est identique au sang du singe. Ce sont là des faits intéressants à connaître, sans doute, mais qui nous paraissent secondaires à côté des nombreuses questions de toute première importance que cette méthode nouvelle de différenciation des substances albuminoïdes nous permettra de résoudre.

§ 7. — Congrès

Le cinquième Congrès international des Physiologistes. — Le Congrès international des Physiologistes, qui a lieu tous les trois ans, doit se réunir cette année à Turin du 17 au 21 septembre. Il sera présidé par notre éminent collaborateur, le professeur Angelo Mosso.

En même temps, se tiendra une Exposition d'appareils scientifiques intéressant la Physiologie; elle restera ouverte du 14 au 23 septembre. La Station zoologique de Naples y exposera les animaux marins les plus utiles pour la Physiologie comparée.

Les séances des 17, 18, 19 et 20 septembre seront remplies par les travaux ordinaires du Congrès (communications et démonstrations). La journée du 21 septembre sera consacrée à des séances plénières d'intérêt général, dans lesquelles seront discutés en particulier les premiers résultats obtenus par la Commission internationale de contrôle des instruments enregistreurs et d'unification des méthodes en Physiologie. On se rap-

pelle que cette Commission fut nommée en août 1898, au Congrès de Cambridge, à la demande de M. Marey. Cette Commission, composée de MM. Bowditch, von Frey, Hürthle, Kronecker, Marey, Mislavsky, Mosso et G. Weiss, s'est réunie pour la première fois, du 1^{er} au 8 septembre, à la Station physiologique de Paris.

Elle s'est d'abord assuré l'appui moral et matériel de l'Association internationale des Académies. D'autre part, le Gouvernement français lui a accordé une subvention de 50.000 francs pour faire construire, à la Station physiologique, un bâtiment dans lequel s'exécuteront les recherches comprises dans son programme. Enfin, la Commission a senti la nécessité de s'adjoindre quelques membres nouveaux: MM. Fredericq, Chauveau et Cornu ont déjà été désignés.

Les premières recherches de la Commission lui ont permis de formuler dès à présent quelques principes, que les physiologistes auront le plus grand intérêt à adopter. Ce sont les suivants:

Il est désirable que, dans les tracés que l'on publie, les temps soient représentés par des unités métriques, c'est-à-dire que la seconde y corresponde au centimètre, à ses multiples ou à ses sous-multiples. Les tracés devront toujours se lire dans le sens de l'écriture ordinaire, c'est-à-dire de gauche à droite. La reproduction topographique des tracés devra se faire par des procédés dérivés de la photographie, c'est-à-dire sans l'intervention de la main du graveur. Les temps seront toujours tracés au chronographe, celui-ci inscrivant en même temps que les autres styles traceurs. Les leviers inscripteurs ne doivent pas avoir de période d'oscillation propre, capable d'altérer la forme des tracés. Dans les cas nombreux où le mouvement doit être transmis à distance au levier qui l'enregistre, il faut que les organes de transmission de ce mouvement l'altèrent le moins possible. Il y a lieu de recommander aux constructeurs d'employer, autant que possible, des matières inaltérables dans la confection des appareils transmetteurs et traceurs.

Les unités de temps choisies devront être la seconde, la minute, l'heure; les divisions de la seconde seront décimales. Dans la mesure des températures, on adoptera toujours le degré centigrade; l'unité de chaleur sera la calorie. Pour les mouvements provoqués par les excitations électriques, il est indispensable qu'une entente s'établisse entre les physiologistes relativement à l'unité d'excitation; celle-ci devra être rattachée aux unités C. G. S. Il est à désirer que les tracés portent le signal du début et de la fin des excitations tétanisantes, ainsi que du nombre de ces excitations.

M. Marey a montré à la Commission comment la chronophotographie complète et étend les applications de la méthode graphique, comment elle s'applique à un très grand nombre de phénomènes dont on ne pourrait autrement fixer les phases, et comment, grâce aux indications chronographiques qu'elle renferme, cette méthode peut se combiner avec les autres procédés d'inscription physiologique et même s'identifier à eux. Au prochain Congrès, M. Marey développera les applications diverses de cette méthode.

Il a aussi semblé à la Commission qu'il serait désirable d'établir une entente parmi les physiologistes relativement à la manière d'exprimer, par les courbes, les résultats obtenus par les observations successives des divers phénomènes, et sur le choix des variables qui seraient représentées sur chacune des coordonnées.

La Commission internationale se réunira de nouveau à Santa Margherita, près de Gênes, le 13 avril prochain, et préparera les communications qu'elle compte faire au Congrès de Turin.

Les adhésions au Congrès sont reçues par M. le Dr Z. Trèves, secrétaire local, 30, Corso Raffaello, Turin.

L'EXISTENCE NORMALE ET LE RÔLE DE L'ARSENIC CHEZ LES ANIMAUX

Les découvertes ne sont pas le fait du hasard. Le plus souvent elles se préparent et mûrissent lentement dans les consciences en travail de toute une génération d'hommes. Quelquefois elles semblent surgir spontanément et tout à coup de la pensée de celui qui les crée ; mais, en réalité, dans ce cas encore, leur éclosion a été précédée d'une longue période d'élaboration. La découverte que je vais exposer n'échappe pas à cette règle : comme par une subite intuition, une vision de l'esprit, j'entrevis, vers la fin de 1898, l'existence de l'arsenic dans la glande thyroïde, et j'en avais acquis, bientôt après, la preuve expérimentale ; mais, depuis deux années, le rôle de cet élément dans la Nature, sa présence, que je venais de constater dans les roches anciennes, les eaux de la mer, les plantes de la grande famille des Algues, le mécanisme lui-même de l'action thérapeutique et physiologique de l'arsenic, occupaient ma pensée. Dès mes recherches de 1897 sur l'emploi des cacodylates dans les maladies consomptives, j'avais été frappé des surprenants effets de l'arsenic organique, et peu à peu s'était fait en moi un travail latent qui m'amenait à cette conviction que cet élément, pour arriver à exciter à un si haut degré le fonctionnement des tissus et l'assimilation, pourrait bien, passagèrement du moins, faire partie de quelques-uns de nos organes. Dans ce cas, où le chercher, sinon à côté de cet iode dont je le voyais si souvent accompagné dans la Nature ? C'est ainsi que je fus amené, peu à peu et presque inconsciemment, à considérer d'abord l'arsenic comme possible dans l'économie, puis comme probable dans la glande thyroïde, où je le trouvai en novembre 1898.

Cette découverte allait contre toutes les idées reçues. Comment admettre, chez les êtres vivants, l'existence non pas transitoire, mais nécessaire, d'un élément qui par sa toxicité même paraît incompatible avec la vie ? Les toxicologistes de tous les pays ne s'étaient-ils pas assurés des milliers de fois, au cours de leurs expertises, que cet élément n'existe pas dans nos organes ? L'arsenic que je venais d'entrevoir ainsi dans une glande thyroïde de chien, n'y était-il pas plutôt contenu passagèrement, amené par les hasards de l'alimentation ? Comment, d'ailleurs, supposer qu'il puisse se localiser dans tel ou tel organe, alors qu'on ne l'a jamais rencontré dans le sang ? Il s'agissait de centièmes de milligramme ; cette trace

d'arsenic que j'avais cru retirer d'une thyroïde n'était-elle pas venue du dehors ? Partout, dans nos laboratoires on trouve du fer : nos fourneaux, la plupart de nos instruments, les charpentes de nos hottes en sont formées ; les parcelles d'oxyde qui s'en détachent sont généralement arsenicales. Nos réactifs eux-mêmes peuvent-ils nous laisser la complète certitude qu'ils sont tous absolument exempts d'arsenic ?

C'est ainsi qu'alors que j'avais déjà en main le premier anneau d'arsenic retiré d'une glande thyroïde, commença pour moi l'angoissante période d'inquiétudes et de doutes qui précède si souvent la complète satisfaction que donne la certitude. C'est le moment où le corps et l'esprit se fatiguent à la fois ; où l'on craint tout, jusqu'à la malveillance ; où l'on surveille la poussière qui voltige, le réactif déjà vérifié, la main qui le verse, le vase qui le reçoit ; où l'on essaie de contrôler sa méthode par une méthode nouvelle, souvent infidèle ; où le résultat vous échappe, où le doute revient, où l'on recommence tout, péniblement, anxieusement, jusqu'à ce qu'enfin surgisse en l'esprit une conséquence imprévue, nécessaire, véritable par une expérience simple, indiscutable, qui coupe court à toute réplique et entraîne la conviction définitive. Ceux qui ont fait cette chimie des millionnièmes comprendront ce qu'a eu de pénible, pour celui qui la subissait, l'obligation ou d'abandonner une découverte qu'il sentait comme faite, ou de proclamer un fait si surprenant qu'il allait paraître d'abord presque absurde.

I

La thyroïde est une glande vasculaire, sans conduit excréteur, composée de deux lobes ovoïdes, situés à la partie antérieure et inférieure du larynx. C'est elle qui s'hypertrophie dans le goitre. Presque jusqu'à ces dernières années, on ne savait à peu près rien de ses fonctions et de sa composition, et l'on fut très surpris d'apprendre, en 1895, que Baumann y avait trouvé de l'iode en quantité notable.

On sait aujourd'hui que cette glande agit, par ses sécrétions internes, sur la nutrition des cellules, en général, et, plus particulièrement, sur celle de la peau.

Chez l'homme, les deux lobes de la thyroïde pèsent, réunis, 21 grammes environ. J'y ai trouvé

en moyenne 0^m^s,15 d'arsenic, soit la cent-quarante millièmes partie du poids de l'organe. Par quelle méthode délicate peut-on ainsi, non seulement déceler, mais préciser de si faibles quantités d'un élément comme perdu dans cent quarante mille fois son poids de substances étrangères? J'essaierai de le faire comprendre au lecteur en quelques mots.

Lorsque, dans une expertise légale, le chimiste doit rechercher l'arsenic dans les organes, il faut qu'il renonce à utiliser directement toutes les caractéristiques physiques ou chimiques de cet élément. Il est devenu latent et toutes ses propriétés ordinaires ont disparu par le fait de son union avec les principes de nos tissus. Il faut donc, au préalable, détruire les substances auxquelles l'arsenic est mêlé ou combiné, mais de façon à éviter toute perte, par insolubilisation ou volatilisation, des moindres traces de cet élément. J'ai donné, en 1876, une méthode qui remplit bien ce desideratum¹. Elle consiste à détruire la matière des organes successivement par les acides nitrique, sulfurique, puis encore nitrique. On arrive ainsi à détruire la matière animale en empêchant toute perte d'arsenic, particulièrement à l'état de chlorure. Finalement, il reste une liqueur acide et un peu de charbon poreux. On délaie dans l'eau bouillante, on filtre et l'on précipite l'arsenic à l'état de sulfure par un courant prolongé d'hydrogène sulfuré. Les moindres traces de ce métalloïde sont dès lors condensées dans ce faible précipité, qu'on lave et met à digérer dans une solution faible de carbonate d'ammoniaque. L'arsenic se dissout, à l'exclusion d'une certaine quantité de soufre et d'autres impuretés; par évaporation de la liqueur filtrée, il reste un peu de sulfure d'arsenic, qu'on oxyde par l'acide nitrique, puis sulfurique. En opérant ainsi, les moindres traces de ce métalloïde arrivent à être condensées, à l'état d'acide arsénique, dans les quelques gouttes incolores d'acide sulfurique qui restent au fond de la petite capsule où l'on opère. On étend d'eau et verse dans l'appareil dit *de Marsh*. C'est un appareil producteur d'hydrogène, où l'arsenic, introduit à l'état oxydé, se transforme intégralement, si l'on suit une pratique convenable, en hydrogène arsénié volatil, qu'entraîne le courant d'hydrogène. Le gaz traverse, au sortir du flacon, où il se produit un tube de verre étroit porté au rouge où l'hydrogène arsénié, décomposé par la chaleur, dépose son arsenic métallique sous la forme d'un anneau gris noirâtre.

En opérant avec les précautions que j'ai autrefois indiquées², on peut ainsi retrouver 0^m^s,02

d'arsenic en 200 grammes de substance primitive, c'est-à-dire la trace d'arsenic contenue dans 10 millions de fois son poids d'organes. Il reste, pour apprécier les faibles poids d'arsenic recueillis chaque fois, à comparer ensuite l'anneau obtenu à une gamme d'anneaux types provenant de poids connus d'acide arsénieux versé dans l'appareil de Marsh.

Il est presque inutile d'ajouter que tous les réactifs doivent avoir été, au préalable, essayés sur des quantités égales au moins à celles où ils devront être employés.

C'est muni de cette méthode délicate, perfectionnée encore au cours de ce long travail, que j'abordai la recherche de l'arsenic normal chez les animaux.

II

Les seuls organes de l'économie où j'ai trouvé l'arsenic sont :

La glande thyroïde ;

Le thymus ;

La mamelle ;

La peau et ses appendices ;

Les os ;

Enfin, et d'une façon qui m'a paru intermittente, le lait et le cerveau.

Tous les autres tissus, glandes et humeurs de l'organisme, y compris le sang, sont entièrement dénués d'arsenic. Nous verrons tout à l'heure qu'il est cependant un cas où le sang peut en contenir normalement.

Chez l'homme, de la glande thyroïde, le plus riche des organes en arsenic, j'ai retiré 0^m^s,15 d'arsenic. Cet élément est constant à l'état physiologique.

J'ai trouvé par kilogramme de glande fraîche :

Homme	7,5 milligrammes.
Porc	3,2 —
Mouton	0,5 —

Par rapport au poids total d'un adulte pesant 68 kilogrammes, en moyenne, 0^m^s,15 d'arsenic représentent un quatre cent cinquante millionième ($\frac{1}{450.000.000}$) de la masse du corps! Cette quantité suffit pourtant pour que la glande, fonctionnant normalement, la santé se maintienne. Et cette dose *suffisante est nécessaire*, car il n'y a pas de thyroïde sans arsenic, et pas de santé sans thyroïde.

La constatation de l'influence certaine qu'un élément, quel qu'il soit, peut ainsi exercer, à ces doses infinitésimales, sur le fonctionnement vital, n'est peut-être pas le moins surprenant résultat de ces recherches.

J'ai reconnu que l'arsenic n'est pas contenu dans toutes les parties de la glande. Il entre dans la constitution de ces substances phosphorées qu'on

¹ *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e sér., t. VIII, p. 384.

² Voir *loc. cit.* et aussi *Compt. rend. Acad. Sciences* pour 1899, t. CXXIX, p. 936.

appelle les *nucléines*, substances qui constituent surtout les noyaux des cellules; 1 gr. 2 de ces nucléines, correspondant à 100 grammes de thyroïde de mouton, m'ont donné un bel anneau répondant à 0^{me},06 d'arsenic environ. Ce fut l'expérience cruciale qui entraîna définitivement ma conviction.

En même temps, je remarquais que ces nucléines arsenicales entraînent avec elles la presque totalité de l'iode de la thyroïde.

Il restait donc établi que dans cette glande existent une ou plusieurs nucléo-protéïdes arsenicales. Elles s'y trouvent toujours à l'état de santé; elles diminuent ou se modifient dans certains états pathologiques. Elles semblent présider à certaines fonctions spécifiques; nous y reviendrons tout à l'heure.

J'ai constaté que l'arsenic existe aussi dans quelques autres organes. Si nous les rangeons d'après l'ordre décroissant de leur richesse en cet élément, nous aurons :

Arsenic en milligrammes par kilogramme d'organes frais.

Glande thyroïde humaine	7,5	milligrammes.
— — — — — de porc	3,2	—
Mamelle de vache	1,3	—
Thymus	0,15	—
Poils, cheveux et cornes		} traces
Peau		
Os		} décroissantes.
Lait		
Cerveau		} doute.
Testicule ¹		

Tous les autres organes ont été trouvés exempts d'arsenic. Je n'en ai pu déceler une trace dans les muscles, le foie, la rate d'homme, de chien, de porc, de veau, de mouton;

Pas davantage dans le rein (porc), ni dans les glandes salivaires (250 gr. provenant du bœuf);

Le pancreas de bœuf (250 gr.) n'en a fourni qu'une trace douteuse, inférieure au sept millièmième du poids de l'organe.

Les muqueuses stomacale et intestinale, le tissu cellulaire sous-cutané, les glandes lymphatiques, le poumon, les capsules surrénales (250 gr.), la moelle osseuse des jeunes animaux, en sont entièrement exempts.

J'ai recherché l'arsenic avec grand soin, et inutilement, dans le testicule des animaux adultes (homme, bouc, cheval); dans la laitance de hareng; dans les ovaires et l'utérus de la vache en état de vacuité et de gravidité.

250 grammes de sang de porc défibriné, 310 grammes de sang humain provenant de saignées sur des personnes pléthoriques, n'ont pas fourni le plus léger indice d'arsenic.

On n'en trouve ni dans les reins, ni dans les urines, même en opérant sur 5 litres à la fois; ni dans les matières fécales habituelles (500 et 250 gr.).

J'ai reconnu que l'arsenic s'élimine par desquamation épidermique, par les ongles et les cheveux, enfin par une toute autre voie dont nous allons maintenant parler.

III

L'observation des effets de l'arsenic organique sur l'économie m'avait amené, bien avant ces recherches sur l'arsenic normal de l'économie, à constater que, par un mystérieux mécanisme, les préparations arsenicales agissent à la fois sur le fonctionnement de la peau, la crue des poils et des cheveux, et sur la menstruation.

Chez les femmes malades auxquelles j'avais administré quelque temps l'arsenic sous forme de cacodylates, la chevelure devenait plus longue, plus épaisse, la peau se débarrassait de ses éphélides, pigments et autres signes de déchéance, et les règles, plus abondantes, au lieu de se produire par périodes de vingt-huit à vingt-neuf jours, reparaissent souvent après le 24^e ou le 25^e jour.

D'autre part, je savais que, quand il y a dysménorrhée ou simple retard des époques menstruelles, le médicament le plus actif est la teinture d'iode, prise à l'intérieur ou même absorbée par la peau. Or, je venais d'observer que les cheveux, poils et ongles, qui croissent avec le plus d'abondance sous l'influence du traitement arsenical, sont précisément les organes qui, après la thyroïde, sont les plus riches en arsenic et en iode.

Puis donc que l'iode et l'arsenic sont simultanément assimilés par la thyroïde et excrétés par l'épiderme, les poils et les cheveux, il pouvait se faire, vu l'influence simultanée que j'observais du traitement arsenical sur la poussée des appendices de la peau et sur le flux menstruel, que celui-ci fût, comme la crue des poils et des cheveux, en rapport direct avec l'élimination de l'arsenic et de l'iode. C'est ce que mes expériences confirmèrent. M. P. Bourcet, qui s'était chargé, dans mon laboratoire, des recherches relatives à l'iode dans l'économie, a complété la preuve pour l'iode.

J'ai dit plus haut que le sang normal ne contient pas d'arsenic, ou du moins, s'il y existe, il serait au-dessous de 1 vingt-millionième du poids de la liqueur, soit moins de 0^{me},05 par kilogramme de sang. Il en est de même de l'iode; M. P. Bourcet a trouvé dans le sang humain à peine 0^{me},025 et dans celui de chien 0^{me},036 d'iode par kilogramme.

Mais il en est tout autrement du sang mens-

¹ M. C. Paget, de Nancy, aurait depuis trouvé une trace d'arsenic dans le testicule.

truel. *Ce sang est arsenical et iodé.* J'ai trouvé dans le sang des menstrues de 0^{mg},17 à 0^{mg},33, en moyenne 0^{mg},28 d'arsenic, par kilogramme, et M. P. Bourcet évalue à 0^{mg},11 environ, c'est-à-dire à 4 fois plus que pour le sang normal, la quantité d'iode des menstrues chez la femme.

Une glande thyroïde humaine complète et saine contenant environ 0^{mg},15 d'arsenic, on voit que, si l'on admet une perte moyenne de 400 à 500 grammes de sang menstruel pour toute une époque, il sera ainsi perdu de 0^{mg},12 à 0^{mg},14 d'arsenic sous cette forme. C'est presque la totalité de la provision d'arsenic contenue dans la thyroïde avant les règles.

Ainsi, l'arsenic et l'iode réunis dans la thyroïde s'éliminent chaque mois régulièrement par les menstrues chez la femme, et ce flux a pour origine et résultat une sorte de déplétion des principes arsenico-iodés fournis par cette glande, peut-être même empruntés partiellement à la peau.

Après avoir été élaborées dans la glande thyroïde, les nucléo-protéïdes spécifiques qu'elle forme sont en tout temps versées, à petite dose, dans les lymphatiques et dans le sang, qui les porte aux cellules des divers tissus dont elles excitent la vitalité et la reproduction. Mais chaque mois, chez la femme, leur excédent passe dans les menstrues pour être versé au dehors, sauf le cas où, celle-ci ayant conçu, ces nucléïnes sont utilisées à la constitution du nouvel être qui a besoin de phosphore, d'arsenic et d'iode sous cette forme éminemment plastique.

On voit maintenant quel est, entre le fonctionnement de la thyroïde, celui de la peau et de ses appendices et la fonction génitale, ce rapport caché que m'avaient fait entrevoir mes premières observations.

Mais, avant que j'eusse donné avec évidence, par la démonstration du passage des protéïdes thyroïdiennes arsenicales et iodées de la thyroïde dans le flux menstruel, la preuve des relations directes qui existent entre les fonctions thyroïdiennes, cutanées et génitales, la dépendance de ces fonctions, sinon le mécanisme et la raison d'être de leurs rapports, aurait pu résulter de l'examen attentif des faits physiologiques et pathologiques déjà connus.

On savait, en effet, que la glande thyroïde excite et régularise la croissance, qu'elle agit sur la nutrition de la peau et qu'elle est en relation avec le développement des organes génitaux. La pleine activité de la thyroïde ne se réveille, en effet, qu'à la puberté. Sa dégénérescence chez le crétin coïncide avec l'arrêt de la croissance, l'infantilisme des organes sexuels, les modifications myxœdémateuses de la peau. Cette glande prend un dévelop-

pement particulièrement rapide chez la femme aussitôt après que celle-ci a subi l'influence du liquide séminal. C'est une très vieille remarque, consignée déjà par Juvenal dans un vers curieux de ses *Salires* : parlant des suites de la nuit de noces d'une jeune mariée, il dit :

.... non poterit cras collum circumdere filo
Nutrix.

Chez beaucoup de femmes, la glande thyroïde s'hypertrophie périodiquement avant l'apparition des règles. A la suite de la thyroïdectomie, on peut voir survenir une atrophie des organes mâles ou femelles (*Hoffmeister*). Et, réciproquement, l'injection du suc thyroïdien chez l'infantile ou le myxœdémateux développe les organes génitaux, l'activité assimilatrice générale et l'intelligence; en même temps, l'œdème de la peau disparaît peu à peu, les sécrétions cutanées se rétablissent, les poils et les ongles repoussent; en un mot, tous les organes riches en nucléïnes, et particulièrement ceux où nous avons trouvé l'arsenic et l'iode, sont favorablement influencés par ce suc.

C'est surtout par la perte menstruelle que, chez la femme adulte, l'arsenic et l'iode sont éliminés; il s'établit chez elle entre la crue des cheveux, poils et ongles, la perte de sang chaque mois, et la production des nucléïnes arsenicales de la thyroïde, une sorte de balancement d'où résulte l'état de santé. Mais il convient de se demander comment, au point de vue de l'élimination des nucléïnes arsenicales, est suppléée, chez le mâle, la fonction menstruelle, et comment se passent les choses chez les animaux qui n'ont pas d'écoulement sanguin au moment du rut.

On remarquera que presque tous les animaux à sang chaud sont couverts de poils ou de plumes et que les appendices cutanés tombent ou muent après la saison des amours pour se reproduire ensuite, grâce aux réserves accumulées, un peu avant la nouvelle époque des rapprochements sexuels. C'est ce qui se passe régulièrement pour les animaux sauvages: le cerf, le renne, le renard, la loutre, etc., dont le poil tombe au printemps, et se reproduit au début de l'hiver¹. C'est-à-dire que, chez les animaux velus, les protéïdes thyroïdiennes, caractérisées à la fois par l'arsenic et l'iode, sont utilisées à nourrir la peau et ses appendices jusqu'au moment où, ces organes ayant atteint leur plein développement, le flux richement phosphoré de ces protéïdes spécifiques reflue vers

¹ On dit généralement que ces animaux prennent leur poil d'hiver dès qu'il fait froid et le perdent avec la chaleur. Ce n'est point là une explication, mais simplement une constatation; encore est-elle mal interprétée, car les animaux en stabulation, même chauffés, prennent aussi leur poil d'hiver et le perdent au printemps.

le domaine génital, dont il provoque la suractivité. Dès lors, la peau et les annexes, qui s'en nourrissent, sont lentement atteints de déchéance : les poils tombent, ainsi que les bois chez les Cervidés à cornes caduques, et la peau elle-même, chez ces espèces, est souvent atteinte d'altérations variées.

Chez l'homme, mâle qui n'est pas converti de poils comme les animaux, la pousse des ongles, des cheveux, de la barbe, et la desquamation épidermique continue, correspondent, au point de vue de l'absorption et de l'élimination des nucléines arsenicales, à la perte menstruelle de la femme, dont la peau lisse et glabre subit moins d'exfoliation, qui n'a pas de poils au visage, et dont les cheveux ne poussent que fort peu, dès qu'ils ont atteint, à la puberté, leur maximum de développement.

En effet, tant que se fait chez la jeune fille l'accroissement de la chevelure, les règles ne se produisent pas ; la menstruation s'établit chez elle à l'époque de la puberté, qui est pour l'homme celle de la poussée intense du poil et de la barbe. C'est l'époque de la vie où, chez la femme, la pousse des cheveux et poils s'arrête, au contraire ; leur bulbe recevant, à certaines époques, une quantité insuffisante de nucléines arsenicales déviées vers le flux menstruel, non seulement le poil ou les cheveux ne poussent plus ou mal, mais il se fait des mues, des chutes de cheveux répondant à la perte du poil d'hiver chez les animaux. La plus importante de ces mues se produit au printemps ; une autre a lieu en automne. La plus connue est celle qui suit l'accouchement, alors que la mère vient de fournir au fœtus le maximum de ces protéides et nucléines arsenicales essentielles.

S'il existe une sorte de suppléance entre la crue des cheveux, des poils et ongles, et les fonctions génitales, la coupe des cheveux, chez la femme, en donnant à leur reproduction un essor qui détourne en partie le flux des nucléines arsenicales, devra influer sur les règles. C'est bien ce qui paraît se produire en effet, d'après l'enquête délicate à laquelle j'ai dû me livrer à ce sujet. Les religieuses, qui portent leurs cheveux courts, savent qu'il faut éviter de les couper aux époques menstruelles. A une jeune professe entrée depuis peu au convent, on coupe par mégarde sa belle chevelure alors qu'elle avait ses mois ; les menstrues disparaissent le lendemain ; quelques jours après, elle est prise d'accidents cérébraux. Elle avait joui jusque-là d'une bonne santé.

Une actrice, M^{lle} R., obligée de se couper les cheveux à son départ pour le Caire, fut prise aussitôt de désordres menstruels qui se prolongèrent quelques temps.

Une Parisienne de vingt-quatre ans, ayant une

belle chevelure, a remarqué que ses cheveux deviennent rebelles au peigne, durs, difficiles à coiffer quelques jours avant ses mois. Si les règles retardent ou avancent, ce singulier phénomène retarde ou avance régulièrement.

Ces rapports entre la nutrition, le développement ou la dégénérescence des appendices de la peau, et l'état des fonctions génitales, ne se remarquent pas seulement chez les Mammifères, mais chez tous les Vertébrés. Chez l'oiseau, le mâle, arrivé à la période de plein développement qui précède celle des amours, s'est paré de plumes d'une longueur et d'un coloris spécial qui tombent lorsque ses fonctions génitales ont épuisé les réserves phosphorées ou arsenicales de ses organes spécifiques. Le héron perd alors son aigrette ; le combattant, sa riche collerette ; le coq sauvage, les longues soies de son cou ; l'oiseau de paradis, ses belles plumes latérales ; les Mormonidés, Palmipèdes de l'Océan glacial du Nord, se débarrassent alors d'un gros étui corné, coloré en rouge, qui entourait leur bec, et de la plaque cornée longitudinale qui accompagnait chaque paupière. Ces phénomènes répondent à la chute du poil d'hiver chez les Mammifères velus, et l'on ne sera pas tenté d'expliquer ici la chute de ces aigrettes, de ces plumes d'ornement, de ces appendices cornés en disant que l'oiseau n'a plus besoin de se défendre contre le froid.

Des phénomènes semblables se produisent pour la peau et la carapace des Batraciens après l'époque des rapprochements sexuels.

On voit donc que, dans un grand nombre de classes d'animaux très différents, le développement et la dégénérescence de ces appendices cutanés où j'ai constaté la présence de l'arsenic est toujours en rapport avec les fonctions génitales.

La Pathologie, à son tour, va nous fournir de nouvelles preuves de ces relations.

On sait que plusieurs maladies de peau peuvent frapper la femme durant la grossesse : le masque, la pigmentation cutanée, les vergetures, le *prurigo gestativus*, la chute des cheveux, etc., autant de témoignages de la déchéance et du manque de vitalité du tissu dermique et de ses appendices, dont les nucléines spécifiques sont dérivées vers le placenta pour la formation des organes arsenicaux et iodés du fœtus.

Certains eczémats, chez la femme, s'exacerbent aux époques menstruelles. On sait aussi qu'au moment de la ménopause, alors que la glande thyroïde ne peut plus dériver ses produits vers le domaine génital et tend à perdre de son énergie fonctionnelle, la peau est le siège de diverses altérations : roséoles, eczémats, poussée de poils.

Chez les tuberculeux, l'arsenic, ou plutôt la puis-

sance assimilatrice d'où résulte dans la thyroïde la formation des nucléines arsenicales, diminue très sensiblement. Aussi voit-on chez ces malades des altérations diverses de la peau : les éphélides, la pigmentation, l'arrêt de la pousse des ongles, la chute des cheveux, souvent aussi des troubles menstruels. Tous ces désordres cessent à la fois par le traitement arsenical cacodylique.

Avec l'altération de la thyroïde coïncident, chez les myxœdémateux, les modifications de la peau, qui devient sèche et rugueuse, des cheveux et des poils, qui tombent ou se raréfient, des organes génitaux, qui tendent à s'atrophier.

L'ensemble de ces faits peut se résumer en quelques mots : toutes les nucléoprotéides, ou principes richement phosphorés des noyaux cellulaires et des parties les plus nobles des protoplasmes, activent la vie générale et la reproduction des tissus. Les nucléoprotéides spécifiques de la glande thyroïde, et particulièrement arsenicales, unies à des protéides iodées et bromées, sont attirées par les organes d'origine ectodermique : la thyroïde, le thymus, le cerveau, la peau et ses annexes, qui les utilisent à leur entretien. Les protéides arsenicales iodées et bromées d'origine thyroïdienne se désassimilent ensuite, chez le mâle, par la chute des cheveux, la pousse des poils et des cornes, et par desquamation épidermique ; chez la femelle, le surplus des nucléines de la thyroïde se détourne périodiquement vers les organes génitaux, qui les utilisent pour le développement du fœtus, s'il y a eu fécondation, ou qui les rejettent au dehors dans le cas contraire.

On sait, par les travaux de Brown-Sequard, Danilewsky, Selenski et Sostin, que les nucléoprotéides et les autres principes phosphorés de l'économie imprimant une activité remarquable au développement, à la reproduction et au fonctionnement des cellules. Ce rôle, déjà très actif, des nucléines richement phosphorées est porté à son degré d'excellence lorsque viennent concourir à la formation de ces nucléines l'arsenic, l'iode et peut-être le fer. On connaît depuis longtemps l'efficacité de ces trois agents dans les maladies où la nutrition tend à dégénérer. Deux de ces éléments excitateurs se lixent tout spécialement, et presque uniquement, dans la glande thyroïde. C'est elle qui, en assimilant sous forme de protéides l'iode et l'arsenic, en fait des excitateurs puissants, des ferments de vie. La thyroïde vient-elle à souffrir ou disparaître, comme chez les goitreux, les myxœdémateux, les thyroïdectomisés, certains phthisiques dits laryngés, les iodoglobulines et les arsenico-nucléines ne sont plus dès lors, ou ne sont qu'imparfaitement sécrétées, la reproduction cellulaire s'alanguit, les fonctions génitales sont atteintes ; la

peau, la sensibilité, les centres nerveux dégénèrent ; c'est la vieillesse hâtive, la décrépitude des organes.

IV

Cet élément d'excitation et de reproduction des tissus, cet arsenic que les Anciens avaient si bien nommé *ἀρσεν, ἄρσεν, le mâle, le vigoureux*, d'où nous vient-il ? Puisque nous l'éliminons sans cesse, il faut qu'il soit journalièrement absorbé.

J'ai examiné à ce point de vue quelques aliments usuels.

Le pain fait avec le blé qui croît sur les terres des environs de Paris ne contient pas d'arsenic. Mais Stein en aurait trouvé des traces dans les Graminées cultivées sur des terrains plus ou moins pyriteux.

La viande, le foie, les reins, n'en contiennent pas, nous l'avons vu. Il en est de même des œufs. J'ai cherché en vain ce métalloïde dans le poisson.

Mais j'ai constaté l'arsenic, quoique en faible proportion, dans le lait, la peau, le thymus, et dans le cerveau en quelque cas. Ce sont là des aliments que nous consommons presque tous les jours.

Plusieurs végétaux nous en fournissent aussi de faibles quantités ; le navel, le chou, la pomme de terre et le blé lui-même quand il pousse sur certains terrains. Enfin, l'arsenic accompagne presque toujours le fer dans les eaux potables ou minérales.

Des recherches méthodiques plus complètes, faites dans cette voie, seraient intéressantes.

Au point de vue de la médecine légale et des inquiétudes, futures ou rétrospectives, que ces recherches pourraient faire naître dans les esprits, il est utile de remarquer que, sauf dans la thyroïde, la mamelle, la peau et ses appendices, peut-être dans le cerveau et le testicule, on ne trouve pas le moindre indice d'arsenic. Il est absent du foie, de la rate, des reins, des poumons, du sang, des urines, des intestins, des muscles. Si donc l'expert (et c'est la règle qu'il suit généralement) s'adresse séparément dans ses recherches toxicologiques d'arsenic, dans le cas d'imputation criminelle, à chacun de ces organes que j'ai reconnus en être totalement dénués, et s'il y trouve *des traces caractérisables* de ce métalloïde, c'est que l'arsenic avait été introduit pendant les derniers jours de la vie sous forme médicamenteuse ou criminelle.

Le seul cas qui pourrait laisser, peut-être, des doutes est celui des exhumations tardives, alors qu'on peut craindre que l'arsenic de la peau et de la thyroïde se soit partout diffusé dans le *deliquium* cadavérique. Mais, comme on l'a vu, l'arsenic total de la thyroïde d'un adulte s'élève à 0 millig. 17 environ ; en doublant cette quantité pour tenir

compte des traces qui se trouvent dans la peau et les autres organes, s'ils se répandaient dans tout le cadavre, grâce à la liquéfaction bactérienne, ces 34 centièmes de milligramme, pour un corps humain tout entier pesant en moyenne 68 kilos, représenteraient le rapport de $\frac{34}{6.800.000.000} = \frac{1}{200.000.000}$, soit un deux cent millionième du poids total. Or, nous avons vu que la méthode la plus délicate permet d'apprécier à peine $\frac{1}{20.000.000}$ (un vingt millionième), c'est-à-dire une quantité dix fois plus grande d'arsenic. Cet élément, ainsi dilué au deux cent millionième, échapperait donc à toute recherche.

Il resterait une dernière question à résoudre, et

ce n'est pas la moins intéressante : Les faits précédents démontrent que la fraction de milligramme d'arsenic déposée dans la thyroïde, et qui ne représente pas au delà d'un quatre cent millionième du poids total du corps, est nécessaire et suffisante pour le bon fonctionnement de la vie. Quel est donc le secret de l'activité qu'impriment à nos organes ces doses presque infinitésimales d'arsenic et peut-être d'autres substances qui nous échappent encore? Il serait trop long d'aborder ici ce problème. J'ai essayé de le résoudre dans un Mémoire lu le 8 août à la Section de Pathologie générale du Congrès international de Médecine. On le trouvera dans les Actes imprimés de ce Congrès.

Armand Gautier,

Membre de l'Académie des Sciences.
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris

LES ÉCLIPSES

ET LA CONSTITUTION PHYSIQUE DU SOLEIL

PREMIÈRE PARTIE : THÉORIE DES ÉCLIPSES ET RÉSULTATS DES OBSERVATIONS

I. — DÉFINITION ET CONDITIONS DE POSSIBILITÉ D'UNE ÉCLIPSE.

Sous le nom d'*éclipse*, on entend communément deux phénomènes distincts :

Un astre non lumineux en soi, éclairé par le Soleil par exemple, laissera derrière lui une région de pénombre et d'ombre, un cône d'ombre, si l'on veut; si la trajectoire d'un deuxième astre, également obscur, le conduit dans cette région, son éclat se trouve supprimé par l'*ombre portée* du premier corps : il y a éclipse proprement dite, comme on en rencontre pour les satellites : éclipse de Lune, éclipses des satellites de Jupiter.

Mais, d'autre part, un corps opaque peut s'interposer entre l'œil de l'observateur et l'objet étudié : c'est le cas d'une *occultation* à proprement parler, occultation d'étoiles ou de planètes par la Lune, occultation du Soleil par la Lune ou, si l'on veut, éclipse de Soleil. Alors la distinction fondamentale s'aperçoit immédiatement : dans le premier cas, si nous prenons une éclipse de Lune, notre satellite lui-même s'éclipse, c'est-à-dire s'éteint en pénétrant dans l'ombre, et, de ce fait, devient simultanément invisible pour tous les points de la Terre; au contraire, pour une occultation, pour une éclipse de Soleil, c'est à proprement parler l'observateur lui-même qui est éclipsé : les divers points terrestres pénètrent successivement dans

l'ombre partielle ou totale, et l'éclipse est locale à un instant donné. Sans doute, cette distinction est un peu étroite et terrestre : elle pourrait sembler vaniteuse à un esprit astronomique extérieur, ignorant si les astronomes les plus méritants sont sur une planète ou sur ses satellites, mais elle est indispensable, cependant, par ses conséquences locales.

Prenons, au reste, le problème géométrique de la manière la plus simple : dans les deux cas, pour qu'il y ait éclipse, le Soleil, la Terre et la Lune doivent se trouver en ligne droite, c'est-à-dire que, au voisinage d'un de ses nœuds, la Lune doit être en conjonction ou en opposition; de plus, les distances mutuelles devront être telles que l'ombre de la Lune atteigne la Terre, ou réciproquement, ce qui nous conduit à calculer la longueur des cônes d'ombre portée par ces deux astres.

1° *Ombre de la Terre*. — Si nous désignons par l la longueur du cône d'ombre, par r et R les rayons de la Terre et du Soleil, et par d la distance des centres de ces deux corps, on a immédiatement :

$$\frac{l}{d+l} = \frac{r}{R}, \text{ ou : } l = \frac{r}{\frac{R}{d} - \frac{r}{d}}$$

c'est-à-dire :

$$l = r \frac{206.265}{\frac{1}{2}D - \omega}$$

D et ω figurant le diamètre apparent et la parallaxe horizontale du Soleil. Prenons alors pour r la valeur moyenne du rayon terrestre à la latitude de 45° ; considérons que le demi-diamètre apparent $\frac{1}{2} D$ varie entre $16'18''$ et $15'45''$, soit entre $978''$ et $945''$, et que la parallaxe horizontale ω est comprise entre $9''$ et $8''.8$; il en résulte que le minimum de la longueur du cône d'ombre possède la valeur :

$$l = \frac{206.265}{978 - 9} r = 212,9 r$$

Or, la distance de la Terre à la Lune, lorsque celle-ci est à son apogée, est de $63,7$ rayons terrestres : donc, toujours, le cône d'ombre de la Terre atteindra la Lune.

Ainsi l'éclipse de Lune est visible, au même instant, en tout un hémisphère, pour lequel la Lune est alors au-dessus de l'horizon et, comme ce phénomène présente une certaine durée, on peut même dire qu'il est visible sur plus de la moitié de la surface de notre globe. A chaque instant, au pôle de l'hémisphère en question, il y aura éclipse de Lune au zénith : en ce point, le temps sidéral est égal à l'ascension droite de la Lune, et la latitude égale la déclinaison de notre satellite.

Mais c'est là un problème parfaitement théorique que nous venons d'esquisser, et quand nous disons que la longueur du cône d'ombre est environ de 200 rayons terrestres, nous n'apportons qu'une donnée fictive et purement géométrique ; en réalité, il est impossible de négliger notre atmosphère, dont l'influence consiste à réfracter les rayons tangents et à réduire énormément la longueur de ce cône d'ombre pour la faire tomber à 42 rayons : dans ces conditions il ne saurait jamais y avoir d'éclipse totale ; la Lune serait toujours éclairée pendant une éclipse, et un observateur à sa surface verra toujours au moins les $\frac{3}{4}$ de la surface du Soleil. Et, s'il n'y a pas à proprement parler d'éclipses totales, on conserve ce nom, cependant, pour le cas des éclipses dans lesquelles la Lune pénètre tout entière à l'intérieur du cône *géométrique* tangent aux surfaces du Soleil et de la Terre. Au reste, notre atmosphère intervient encore d'une seconde manière : les couches d'air inférieures sont plus ou moins humides, d'une transparence incomplète, ce qui leur permet d'éteindre en grande partie les rayons qu'elles réfractent et d'augmenter ainsi l'apparence d'éclipse ; de plus, elles absorbent principalement la nuance complémentaire du rouge, de sorte que la Lune est toujours teinte en rouge pendant les éclipses totales.

Enfin, les couches les plus basses de l'atmosphère sont trop denses pour que les rayons lumineux qui les traversent soient encore capables d'éclairer

la Lune par réfraction. Si l'on veut tenir compte de l'effet de ces couches, et mettre d'accord les prédictions d'éclipses de Lune avec les observations, Mayer a reconnu qu'il suffisait d'augmenter de $\frac{1}{60}$ de sa valeur le diamètre de l'ombre.

2° Ombre de la Lune. — Le calcul que nous venons d'indiquer est tout aussi simple dans le second cas : on trouve alors que la longueur du cône d'ombre portée par la Lune peut varier entre $57,54 \times r$ et $59,73 \times r$. Or, la distance de notre satellite oscille entre $55,9 \times r$ et $63,7 \times r$, de sorte que son ombre peut, ou non, atteindre la Terre : dans le premier cas l'éclipse de Soleil est totale, dans le second elle est annulaire. Ceci, bien entendu, pour les points situés dans l'intérieur du cône d'ombre ou de son prolongement, car l'éclipse n'existe point en un lieu d'observation trop éloigné et n'est que partielle pour un observateur placé dans la région de pénombre.

Ainsi l'ombre de la Lune va se déplacer à la surface de la Terre, d'abord en raison du mouvement relatif de la Lune et du Soleil, puis en raison du mouvement de rotation de la Terre ; et, comme les moyens mouvements diurnes de la Lune et du Soleil sont respectivement de 13° et de 1° , la Lune nous semblera se déplacer, par rapport au Soleil, de 12° par jour, ou de $30'$ par heure dans la direction de l'ouest à l'est, c'est-à-dire que, vue de la Lune, l'ombre marcherait dans ce sens, sur la Terre immobile, avec cette même vitesse de $30'$ à l'heure ; le calcul plus complet montre que, effectivement, l'ombre de la Lune se déplace de l'ouest à l'est.

Mais nous avons dit également que la possibilité de l'éclipse exigeait la présence de la Lune au voisinage d'un de ses nœuds, et cette dernière condition est bien imposée par ce fait que le plan de l'orbite lunaire ne coïncide pas avec celui de l'écliptique : et, en effet, si la Lune restait constamment dans le plan écliptique, il y aurait éclipse à toute conjonction (ou opposition), tandis que notre satellite, s'écartant de l'écliptique, peut atteindre et dépasser une latitude de 5° , ce qui va rendre réellement les phénomènes un peu plus complexes. Le calcul complet, d'ailleurs très facile, peut alors se résumer de la manière suivante :

Si la latitude de la Lune est supérieure à $1^\circ 3'$, l'éclipse de Lune est impossible.

Si la latitude est comprise entre $52'$ et $1^\circ 3'$, l'éclipse est douteuse.

Si la latitude est inférieure à $52'$, l'éclipse est certaine.

Pour une éclipse de Soleil, les résultats sont de même nature : l'éclipse est impossible si la latitude de la Lune est supérieure à $1^\circ 34'$; douteuse entre $1^\circ 24'$ et $1^\circ 34'$; certaine, enfin, si la latitude en question est inférieure à $1^\circ 24'$.

Au reste, ces limites dans la latitude peuvent s'exprimer autrement par des limites dans la distance de la Lune à son nœud, et nous revenons à dire que l'éclipse de Lune est possible si la distance de la Lune à son nœud est inférieure à 12°, tandis que l'éclipse du Soleil exige seulement que cette même distance ne dépasse pas 17°. Ainsi, la fréquence relative des éclipses, pour la Lune et le Soleil, sera représentée par le rapport $\frac{12}{17}$.

Si les éclipses de Soleil sont donc plus fréquentes que celles de notre satellite, ce résultat cependant paraît au premier abord paradoxal, puisque l'on a beaucoup plus souvent l'occasion d'apercevoir des éclipses de Lune; et c'est parce que, nous l'avons pu deviner déjà, en un même lieu les éclipses de Lune, s'étendant à tout un hémisphère, sont environ trois fois plus fréquentes que celles du Soleil, chacune de ces dernières étant localisée à une étroite région terrestre. Au reste, un exemple fera mieux comprendre la rareté, en un point déterminé, des éclipses totales du Soleil: la dernière qui fut visible à Paris remonte à 1724, et la prochaine ne se présentera pas avant l'an 2026. Enfin, la durée d'une éclipse de Soleil est toujours assez courte: elle est au maximum de huit minutes à l'Équateur et de six minutes à la latitude de Paris, pour une éclipse totale; de 12 et 10 minutes pour une éclipse annulaire, tandis que la durée totale du phénomène, depuis le premier contact jusqu'au dernier, ne peut dépasser quatre heures et demie à l'Équateur, et trois heures et demie à Paris.

Maintenant que nous savons dans quelles conditions peuvent se produire les éclipses, il reste à calculer à l'avance, à prédire le retour de ces phénomènes si importants.

Or, la ligne des nœuds se ment sur l'écliptique dans le sens rétrograde: les éclipses vont se reproduire dans le même ordre après la période qui ramène le Soleil, la Lune et la ligne de nœuds dans les mêmes positions relatives. En introduisant donc la révolution synodique, 29,53060 jours, et la révolution draconitique, 27,21229 jours, le problème revient à trouver deux entiers K et K' tels que :

$$K \cdot 29,53060 = K' \cdot 27,21229$$

ou :

$$\frac{K'}{K} = \frac{2,953,060}{2,721,229}$$

On peut alors former la fraction continue :

$$\frac{K'}{K} = 1 + \frac{1}{11 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{4 + \frac{1}{2 + \frac{1}{5 + \dots}}}}}}}$$

dont les réduites successives sont :

$$\frac{12}{11}, \frac{13}{12}, \frac{38}{33}, \frac{51}{47}, \frac{242}{223}, \dots$$

Et, si nous voulons nous en tenir à cette dernière réduite, nous aurons :

$$\left. \begin{array}{l} 242 \text{ révol. dracon.} = 6,387 \text{ jours } 37 \\ 223 \text{ révol. synod.} = 6,387 \text{ jours } 37 \end{array} \right\} = 18 \text{ ans } 11 \text{ jours.}$$

Ainsi, au bout de dix-huit ans onze jours, c'est-à-dire sensiblement après une révolution du nœud, les trois mobiles reviendront dans les mêmes positions relatives: cette période, dite *saros* par les Chaldéens, leur avait été enseignée par l'observation des éclipses et comprend, en général, 70 éclipses, soit 41 éclipses de Soleil et 29 éclipses de Lune! Après quoi les phénomènes vont se reproduire dans le même ordre et aux mêmes intervalles.

Enfin, dans une même année, il y a au plus 7 éclipses: 4 ou 5 de Soleil et 3 ou 2 de Lune. Il y en a au moins deux et, s'il n'y en a que deux, ce sont deux éclipses de Soleil.

On pourrait penser, cependant, que ces calculs ne sont encore que très approchés, en ce qui concerne la périodicité des éclipses, parce que nous n'avons fait entrer en ligne de compte que les *moyens mouvements* du Soleil, de la Lune, de la ligne des nœuds, et que les *irrégularités* sont appelées à troubler une telle concordance; il n'en est rien, et cette concordance est fort exacte à cause de la coïncidence suivante: le cycle chaldéen comprend aussi 239 révolutions anomalistiques qui équivalent à 6,385,3 jours de sorte que, après dix-huit ans onze jours, non seulement la Lune revient aux mêmes positions par rapport à son nœud et par rapport au Soleil, mais encore sensiblement à la même position par rapport à son périégée.

II. — LES PREMIÈRES OBSERVATIONS D'ÉCLIPSES.

Comme les phénomènes superficiels qui se produisent sur le Soleil sont dissimulés, en temps ordinaire, par l'éclat de la surface, l'observation la plus attentive ne fournit pas grands renseignements sur la nature même de cet immense foyer, et il fallut profiter avec soin des éclipses totales pour étudier la périphérie, pour édifier lentement l'état actuel de nos connaissances et de nos théories sur la constitution physique du Soleil.

La première apparence qui attire le regard, pendant une éclipse totale, consiste en une auréole lumineuse, blanchâtre et dégradée, qui entoure le disque obscur de la Lune et peut s'en éloigner à une distance égale à celle du diamètre solaire lui-même: c'est la *couronne*. Puis, la moindre attention permet d'observer les protubérances. Or, ces phénomènes si importants ne sont guère suivis et observés avec

soin que depuis l'éclipse totale de 1842, bien que les plus vieux textes aient donné déjà des indications très précises relativement à la visibilité de la chromosphère : Ainsi, Plutarque, lorsqu'il parle de l'éclipse totale de l'an 98, dit que « la Lune laisse déborder autour d'elle, dans les éclipses, une partie du Soleil, *ce qui diminue l'obscurité.* » Les derniers mots, comme le pensait Arago, ne peuvent laisser aucun doute : il s'agit bien là d'éclipse totale, car, par une éclipse annulaire, il n'y a véritablement pas d'obscurité, mais bien plutôt un simple affaiblissement de la lumière.

Il est certain, au reste, que les Anciens admettaient l'impossibilité des éclipses totales¹. Mais, sans nous attarder à l'Antiquité proprement dite, nous pouvons trouver au Moyen-Age d'intéressantes indications visuelles sur les éclipses, la couronne et même les protubérances.

L'observation la plus ancienne dans laquelle les phénomènes soient réellement décrits avec quelques détails précis remonte à l'an 1239². Le chroniqueur dit nettement que l'on vit un cercle autour du Soleil, avec un trou enflammé dans la partie inférieure, — *Quoddam foramen erat ignitum in circulo solis ex parte inferiori* — ce qui, sans nul doute, doit être considéré comme se rapportant à une importante protubérance. Clavises observe un phénomène analogue le 21 août 1550 et il en parle avec surprise. Nous pouvons encore chercher de précieux renseignements sur la visibilité de la couronne dans l'*Almagestum novum* du père Riccioli : Ici, pendant les éclipses totales, la couronne est présentée comme un anneau lumineux entourant le disque noir de la Lune, et l'on ne tarde pas à donner l'explication de ce phénomène en utilisant les déterminations des diamètres apparents du Soleil et de la Lune faites par Tycho-Brahé. En effet celui-ci avait trouvé que, dans les meilleures conditions, c'est-à-dire pour la Lune au périgée et le Soleil à son apogée, le diamètre angulaire de la Lune reste toujours inférieur à celui du Soleil. Il en résultait donc bien, pour eux, l'impossibilité des éclipses totales : toutes les éclipses étaient annulaires, et l'on apercevait toujours, autour de la Lune, un anneau lumineux constitué par la surface même du Soleil. Mais bientôt apparaît dans la science l'invention des lunettes ; la mesure des diamètres angulaires s'effectue avec une plus grande précision, et l'on est obligé de reconnaître que, dans les cas les plus favorables, le diamètre de la Lune peut surpasser celui du Soleil d'une quantité approximativement égale à 2/7 ; il fallait chercher une toute autre explication à l'apparition de cette au-

réole qui entoure la Lune pendant les éclipses.

Kepler propose deux hypothèses pour expliquer la présence de la couronne. Dans la première, il suppose le voisinage du Soleil constitué par de l'éther enflammé, qui resterait lumineux quand l'astre lui-même serait éclipsé ; la seconde hypothèse, qu'il fallut abandonner depuis, mais qui fut alors acceptée par presque tous les astronomes, consiste à dire que, pendant une éclipse totale, on aperçoit l'atmosphère de la Lune éclairée par les rayons tangents issus du Soleil. Le premier, Cassini s'éleva précisément contre cette conception : Dans de nombreuses observations des occultations d'étoiles ou de satellites par une planète, il n'avait, en effet, jamais observé de diminution appréciable dans l'éclat des astres qui s'approchaient du bord de la Lune. Néanmoins, il ajoute que, « dans quelques cas, il a vu l'allongement des disques d'étoiles et de satellites quand ils touchaient le bord de la Lune ; cela donne à supposer qu'autour de la lune existe une atmosphère, mais si faible qu'elle ne peut devenir si nettement visible pendant les éclipses totales. »

L'éclipse totale de 1706 allait fournir une excellente occasion d'élucider ce premier problème et l'on se garda d'y manquer puisqu'elle était visible dans le Sud-Est et le Sud de la France ; voici, à cet égard, ce que nous trouvons de plus saillant dans l'*Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'an 1706* :

« L'Astronomie peut se vanter, et elle conservera cette gloire dans les siècles à venir, que jamais phénomène céleste n'a eu de plus grands et plus illustres observateurs. Le roi voulut voir faire les observations par des astronomes de l'Académie, et pour cela M. Cassini le fils et M. La Hire le fils allèrent à Marly avec tous les instruments nécessaires. La Société Royale des Sciences de Montpellier observa avec beaucoup de soin cette éclipse. Ces messieurs ont remarqué que, pendant qu'elle fut totale, l'obscurité ne ressembla ni à celle de la nuit, ni à celle du crépuscule, mais qu'elle fut d'une espèce particulière, qui ne peut non plus s'exprimer que la lumière et le son. Il est assez étonnant que la variété qui règne dans la Nature s'étende jusque sur l'obscurité, qui semble n'avoir qu'une cause, et par conséquent devoir être fort uniforme.

« Mais, de tous les phénomènes de cette éclipse, le plus considérable, et en même temps le plus difficile à expliquer, ce fut une couronne d'une lumière pâle, large de la douzième partie du diamètre de la Lune, qui parut autour de son disque dans les lieux où l'éclipse fut totale. Les astronomes de la Société Royale de Montpellier, plus attentifs et plus exacts que d'autres observateurs,

¹ V. PLUTARQUE : *Opera Moralia. De facie in orbe Lunæ.*

² Cette observation a été rapportée par Muratori. *Ann. R. Ital.*, t. XIV, col. 1097.

remarquèrent que cette couronne, qui, à la vérité, ne s'étendait point avec une égale vivacité au delà des bornes qu'on vient de lui donner, allait beaucoup plus loin, en s'affaiblissant toujours, et formait un grand espace circulaire de huit degrés de diamètre, dont la Lune était le centre. »

Toutes les observations effectuées à Montpellier, Narbonne, Arles, Marseille, Genève et Zurich furent réunies et discutées avec le plus grand soin; en résumé, on peut être frappé de la justesse des conclusions de Cassini lorsqu'il est conduit à proposer une nouvelle explication pour l'origine de cette auréole :

« Il y a un grand phénomène dans le ciel, dit-il, qui nous a persuadé depuis longtemps qu'il pourrait bien paraître une chevelure lumineuse au Soleil dans les éclipses totales. C'est cette lumière répandue sur le Zodiaque, que nous commençâmes d'observer avec admiration au mois de mars 1683. Dans notre Rapport, nous jugeâmes que, si l'on avait pu voir cette lumière à la présence du Soleil, elle lui avait formé peut-être une espèce de chevelure.

« Nous avons supposé qu'il y a autour du Soleil une matière lumineuse plus dense, proche de cet astre, et plus rare à une plus grande distance, où elle est facilement effacée par les crépuscules et par la clarté de la Lune. Dans cette éclipse, on aura pu voir aisément la partie de cette lumière plus dense qui environne immédiatement le Soleil, comme il est arrivé en diverses villes. La partie la plus rare, qui lui succédait à une plus grande distance du Soleil, n'aura pas pu être observée aisément; néanmoins, les astronomes de Montpellier, qui apportèrent une attention particulière pour voir s'ils ne distingueraient point notre lumière, remarquèrent autour de cette couronne une aire lumineuse plus pâle, qui s'étendait jusqu'à la distance de quatre degrés de côté et d'autre. Le reste de la lumière, qui s'étend à une distance beaucoup plus grande, n'aura pas été visible à cause que l'obscurité de l'air n'était pas assez grande pour pouvoir distinguer la partie la plus rare qui est plus éloignée du Soleil, et qui ne paraît le matin qu'avant que le crépuscule commence, et le soir qu'après qu'il est fini.

« Ayant donc supposé cette matière lumineuse, on en pourra voir la partie plus dense, qui environne immédiatement le Soleil, dans les éclipses totales, avec quelques différences en divers lieux de la Terre, suivant la diverse constitution de l'air. »

Mais de telles idées ne devaient pas être admises immédiatement, et, puisque l'occasion se présentait bientôt de nouveau, l'Académie Royale des Sciences chargea le chevalier de Lionville d'aller observer, à Londres, l'éclipse totale du 3 mai 1715 : Lionville

lit de très intéressantes observations de la couronne et crut qu'il fallait, au contraire, en attribuer la présence à l'atmosphère de la Lune. Cette opinion était principalement basée sur le fait suivant : de ses observations, comme de celles de Halley, il semblait résulter que la couronne était concentrée, non autour du Soleil, mais autour de la Lune. Au reste, il remarque très justement que la couronne n'était pas régulière, et il mentionne que l'on apercevait, autour du disque lunaire, des rayons ressemblant à ces *gloires* que l'on dessine autour de la tête des saints.

Alors, précisément, il compare encore les rayons à ceux que l'on voit, après le coucher du Soleil, dans un pays de hautes montagnes, et le fait paraît tout naturel puisque l'on sait que, dans la Lune, il y a de plus hautes et de plus abondantes montagnes que sur la Terre; l'ensemble des observations conduit Lionville à attribuer une hauteur de 64 lieues à l'atmosphère lunaire, ce qui ne doit nullement étonner, selon lui, si l'on songe que la pesanteur sur la surface lunaire est trois fois moindre que sur la Terre et que, par conséquent, à égalité de quantité d'air, l'atmosphère de la Lune devra s'élever à une hauteur trois fois plus considérable que ne le fait la nôtre.

De plus, pendant cette éclipse de 1715, Lionville observa nettement, pour la première fois, la chromosphère solaire : « J'ai observé, dit-il, que, vers la fin de l'éclipse entière, il y avait, autour du bord de la Lune qui n'avait pas encore quitté le Soleil, un cercle d'un rouge très vif, dont le limbe de la Lune était bordé, ce qui venait sans doute de ce que ces sortes de rayons, étant ceux qui sont le moins faciles à rompre, étaient séparés des autres qui souffrent une plus grande réfraction, ce qui faisait qu'ils étaient les seuls qui pussent encore être visibles. » Et cette observation fut confirmée par Halley qui aperçut, en outre, la rupture du mince croissant du Soleil par les montagnes de la Lune, les « Baily beads ». Mais, entraîné par l'idée fixe d'une atmosphère lunaire, il crut devoir attribuer ce phénomène aux inégalités de réfraction qui se produisent dans les couches atmosphériques voisines du disque de la Lune; le raisonnement le conduisit à admettre une condensation gazeuse dans la calotte qui entoure le pôle méridional de notre satellite, « lequel air ne voyant jamais le Soleil, ou du moins que fort obliquement, doit être d'une densité beaucoup plus grande que le reste de la même atmosphère ».

Cette explication peut aujourd'hui nous paraître bien légère et, cependant, elle fut certainement émise avec la plus entière bonne foi; les circonstances mêmes étaient groupées pour la rendre vraisemblable, car le phénomène apparut précisé-

ment au pôle méridional de la Lune et, de plus, Lionville faisait enfin la remarque très importante que le Soleil s'affaiblissait toujours d'intensité au fur et à mesure que la Lune se rapprochait de lui : l'explication de cette singularité se présentait encore naturellement dans son système, puisque les rayons solaires étaient de plus en plus absorbés par l'atmosphère de la Lune, chargée de vapeur d'eau.

Toutes ces raisons sont abandonnées aujourd'hui, mais l'observation de Lionville, très bien conduite et très complète, peut être considérée comme une base sûre, car le dernier signe de l'affaiblissement lumineux fut retrouvé dernièrement, principalement à l'aide de la photographie.

Enfin, à propos de cette éclipse de 1715, de nombreux observateurs sont d'accord sur un phénomène très singulier, qui ne paraît pas avoir reçu, jusqu'ici, d'explication satisfaisante; il s'agit, si l'on en veut adopter leur description, « de fulminations ou vibrations instantanées apparaissant sur la superficie de la Lune. C'étaient des feux qui ne duraient qu'un instant; ils allaient en serpentant comme font nos éclairs : ce n'était donc autre chose que des éclairs, des tonnerres qui pouvaient être alors dans l'atmosphère de la Lune, supposée plus orageuse que celle de la Terre, à cause du grand nombre de ses hautes montagnes. Ce spectacle imprévu causa une espèce de frayeur aux observateurs. »

Ces deux éclipses, de 1706 et 1715, si rapprochées, et qui devaient donner lieu à des observations intéressantes autant qu'inattendues, attirèrent bien légitimement l'attention du monde savant tout entier : cette apparition de la couronne fit le plus grand bruit et suscita des recherches, tout comme des discussions. Malheureusement, les astronomes ou les physiciens, nous allons le voir, multipliant leurs expériences, devaient verser dans une bien autre difficulté : les propriétés intimes de la lumière et les conditions de sa propagation.

Dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'an 1715*, nous trouvons d'abord un travail étendu, dans lequel Delisle donne une bonne et complète description de ses expériences, en vue d'étudier et de reproduire toutes les circonstances des éclipses : Il introduit, dans une chambre noire, par un trou très petit, le faisceau des rayons du Soleil qui lui permet d'obtenir l'image du disque sur un écran blanc; à une distance déterminée de cet écran, il place alors un cercle opaque de telle sorte que le diamètre de son ombre surpassât légèrement, sur l'écran, celui de l'image du soleil. En interceptant ainsi complètement le faisceau lumineux par le disque, Delisle observe sur l'écran l'ombre du disque, entourée par un anneau lumineux à bords bien définis.

Cet anneau n'était pas identique, à beaucoup

près, à la couronne observée pendant les deux éclipses et, cependant, Delisle crut devoir identifier les deux aspects. Il conclut donc de son expérience, pour expliquer l'apparition de l'auréole lumineuse autour de la Lune, pendant les éclipses totales du Soleil, que point n'est même besoin de supposer l'existence de l'atmosphère lunaire, « pas plus qu'autour du cercle de plomb qui me servait pour couvrir l'image du Soleil », mais que la couronne est simplement le résultat d'un phénomène de diffraction pour la lumière. Il ajoute que, lorsqu'il regardait son disque à l'aide d'une lunette, il le voyait entouré par plusieurs anneaux lumineux, nettement séparés les uns des autres par des intervalles sombres et colorés; ainsi son expérience était bien faite, l'explication même en était bien dans la diffraction, mais son identification des deux phénomènes était absolument illusoire et, avec un peu moins d'entraînement, il eut pu le reconnaître, puisque la couronne lunaire n'est pas régulière comme son anneau, et que, de plus, elle était unique dans toutes les observations.

La même année, de la Hire cherchait à expliquer autrement encore l'apparition de la couronne et il réalisa l'expérience suivante : Il prend une boule de pierre de couleur blanc-grisâtre, non polie, et la suspend à un fil, de manière qu'elle éclipse le Soleil à ses yeux. Il aperçut alors une auréole lumineuse autour de la boule de pierre, dont la surface, avec ses aspérités fort inégales, réfléchit la lumière solaire : d'où l'auréole. Jusqu'ici l'explication est vraiment par trop vague, et il crut l'expliquer de la manière suivante : le diamètre du Soleil étant, en fait, beaucoup plus grand que celui de la Lune (ou de la pierre), les rayons solaires éclairent toujours plus de la moitié de la sphère; ainsi donc, en regardant la partie obscure, on la voit entourée par le cercle lumineux qui déborde de la calotte hémisphérique. Rien n'arrête plus pour compléter l'explication de la couronne; l'épaisseur de cet anneau est variable avec la distance de la Lune au Soleil et, par suite, tantôt la couronne nous apparaît plus large et plus brillante pendant une éclipse, tantôt, au contraire, elle devient presque invisible; enfin la surface de la Lune, loin d'être uniforme, est recouverte de hautes montagnes ou de profondes vallées; l'anneau n'est donc pas régulier : il présentera des interruptions qui constituent les rayons mêmes de la couronne; et les changements dans la forme de cette auréole sont produits par le mouvement du disque lunaire.

Cette explication est beaucoup moins bonne, *à priori*, que la précédente, et nous ne nous arrêtons pas à la discuter : en fait, elle repose sur une raison géométrique assez subtile, mais il n'y est tenu aucun compte de ce que nous sommes fort

voisins de la Lune, ce qui nous empêche aussi d'en apercevoir un hémisphère entier, et, outre que la grandeur de la couronne n'est nullement expliquée, ses variations sont trop considérables pour être attribuées aux changements de distance entre le Soleil et la Lune.

Mais l'occasion était belle de nouveau : il allait y avoir une éclipse totale de Soleil le 22 mai 1724, visible à Paris, et tout le monde était anxieux d'assister à cet intéressant phénomène, tandis que les astronomes pensaient bien profiter de cette occasion pour résoudre définitivement toutes les questions alors en discussion.

Louis XV fit venir à Trianon les astronomes Maraldi et Cassini ; lui-même, il observa avec eux les différents contacts et doigts de l'éclipse ; et, selon l'expression même de Cassini, le roi avait apporté le thermomètre et le baromètre de son cabinet pour observer « les variations qui pourraient arriver pendant l'éclipse, tant dans les degrés de chaud et de froid que dans la pesanteur de l'air ». Cette observation royale ne devait pas fournir grand résultat scientifique : on apercevait bien la couronne autour de la Lune, mais sans en pouvoir cependant déterminer la forme, car le ciel se couvrit pendant la totalité et l'éclipse ne fut visible que par instants à travers les éclaircies ; Maraldi, néanmoins, crut pouvoir affirmer que la couronne ne semblait pas concentrique à la Lune.

À l'Observatoire de Paris, les conditions de visibilité sont plus favorables et Delisle se charge des observations : il prépare les instruments et, notamment, construit lui-même quatre thermomètres ; il remplit ces thermomètres d'esprit de vin, les soumet « à l'expérience de l'eau bouillante et ensuite les porte dans les caves de l'Observatoire. Ayant marqué la hauteur de la liqueur dans ces deux différentes températures, j'ai divisé, dit-il, cet intervalle en cent parties égales que j'ai commencé à compter depuis la hauteur à l'eau bouillante. C'est sur ces degrés que j'ai marqué le changement de la température de l'air pendant l'éclipse ». Pendant la totalité, il aperçut bien effectivement l'auréole lumineuse autour de la Lune, avec une largeur constante ; cependant cet anneau paraissait blanc et son contour extérieur n'était pas aussi nettement délimité que pour les anneaux artificiels de ses expériences : « Mais, continue-t-il, entraîné par son hypothèse première, comme je persiste dans la pensée que ces anneaux artificiels et celui qui paraît autour de la Lune dans les éclipses totales de Soleil proviennent d'une même cause, je crois que ce qui m'a empêché d'apercevoir cet anneau lumineux autour de la Lune, si tranché qu'à l'ordinaire, a été le brouillard au travers duquel le Soleil était vu. »

Le 2 mai 1733, Vassenius observe aussi la couronne : il remarque les flammes rouges que nous appelons aujourd'hui protubérances et, toujours dans les mêmes idées, il les attribue à des nuages flottant à travers l'atmosphère de la Lune et éclairés par le Soleil d'une façon particulièrement intense.

Il y eut encore une éclipse totale, au XVIII^e siècle, le 24 juin 1778, et, si les observateurs en furent peu nombreux, nous possédons cependant une fort bonne description d'un amiral espagnol, don Antonio de Ulloa ; don Antonio aperçut la couronne large de 5' environ, avec circonférence intérieure rougeâtre, dont la teinte va en s'affaiblissant dans le jaune pâle, pour paraître entièrement blanche lorsque l'on parvient au bord extérieur. Ça et là, à partir de cet anneau lumineux, et jusqu'à des distances égales au diamètre angulaire de la Lune, tantôt plus, tantôt moins, s'échappaient des jets ou rayons perceptibles, et le tout semblait animé d'un mouvement circulaire rapide, tel un *soleil* ou feu d'artifice mis en jeu sur son centre.

III. — LES ÉCLIPSES AU XIX^e SIÈCLE.

Ainsi, en réalité, le problème de la constitution physique du Soleil, celui de la nature de la couronne, qui paraissaient devoir être définitivement tranchés au début du XVIII^e siècle après avoir attiré l'attention du monde savant, étaient à peine posés, au contraire, lorsque fut visible en Amérique l'éclipse totale du 16 juin 1806. Cette éclipse fut observée par Bowditch et Ferrer. Ce dernier remarqua que la couronne était concentrique au Soleil, avait une largeur de 6 minutes, avec une coloration « blanc de perle » et que, parfois, du bord de l'anneau partaient des rayons pouvant s'étendre jusqu'à une distance de trois degrés.

Il n'y avait encore guère là de victoire, et la question eut progressé fort lentement si U. Arago n'avait eu l'intuition que le problème allait changer entièrement d'allure pour se diriger dans une voie en quelque sorte plus physique ; dans une notice justement célèbre, il attira tout particulièrement l'attention sur l'intérêt et l'utilité des observations d'éclipses, et c'est à son influence, à sa haute autorité, que l'on doit certainement en partie les si nombreuses observations de l'éclipse qui allait se produire en 1842.

L'éclipse totale de 1842 se présentait, au reste, pour nous, dans des conditions particulièrement favorables, sa ligne centrale passant à travers toute l'Europe et l'Asie ; elle fut observée en France par les astronomes français, en Italie par les Italiens et les Anglais, en Autriche par les Allemands¹. Et cette

¹ VOIR ARAGO : *Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1846* ; BAILY : *Memoirs of the R. Astron. Society*, t. XV, 1846.

éclipse revêt, au point de vue historique, un caractère spécial, puisque, pour la première fois, elle fournit à Fusinieri l'occasion de tenter l'analyse spectrale de la lumière coronale : « M. Fusinieri, dit Arago, décomposa, à l'aide d'un prisme de verre, la lumière de l'aurole lunaire. Il assure que le spectre provenant de cette décomposition manquait absolument de vert : que la place qu'occupe ordinairement cette couleur était entièrement obscure. »

Mais ce n'est pas tout et, bien que l'observation des protubérances soit relativement plus récente que celle de la couronne, nous avons vu que Stannyan (1706), Lionville (1715), lord Aberdonr, au cours d'une éclipse annulaire (1717), Vassenius (1733) et quelques autres auteurs avaient cependant, et sans s'y arrêter beaucoup, donné quelques indications et quelques descriptions sur ces étranges phénomènes. On allait avoir d'importantes déterminations avec Airy, Arago, Baily, de Littrow, Fusinieri, Mauvais, Petit, Piola, etc., et, à propos de l'observation de deux protubérances roses pendant l'éclipse du 8 juillet 1842, Arago dit fort nettement que l'on « se trouve mis sur la trace d'une troisième enveloppe située au-dessus de la photosphère et formée de nuages obscurs ou faiblement lumineux. »

Ainsi les idées vont se préciser et les moyens de recherche se multiplier. Depuis 1842, les observations attentives de treize éclipses totales vont apporter des résultats tous les jours plus intéressants, en même temps que l'analyse spectrale complètera si heureusement les recherches télescopiques. Pour la couronne, les gloires et rayons lumineux qui l'entourent, on reconnaît de plus en plus l'impossibilité d'attribuer ces aspects si divers à l'atmosphère de la Terre, qui intervient certainement, mais trop faiblement : quant à l'hypothèse ancienne d'une atmosphère lunaire, elle est très rapidement abandonnée et, dut-elle exister, cette atmosphère est sûrement trop peu élevée et trop éthérée pour jouer ici un rôle appréciable ; ainsi ces apparences sont donc bien véritablement propres au Soleil lumineux, comme l'affirme Otto Struve, dès 1851.

L'éclipse de 1851 est observée, en Suède, par les Anglais, les Allemands et les Russes¹ : Otto Struve a l'occasion d'y mesurer les hauteurs des protubérances.

L'éclipse du 30 octobre 1853 est observée par Moesta ; celle du 7 septembre 1858 par Gilles et les Brésiliens ; celles de 1865 et 1867 par le P. Capelletti, Moesta, etc.

Cependant, en 1858, d'après ses propres observations, et celles de ses prédécesseurs, Liais avait déjà tenté un classement rationnel des protubérances.

Nous voici parvenus à l'éclipse totale du 18 juillet 1860, incontestablement une des plus importantes et des plus fertiles en conclusions, à cause des photographies que l'on obtient en deux points différents : l'honneur de l'intervention des images photographiques pendant les éclipses revient, en plus grande partie, à Warren de la Rue¹, et ce procédé, seul rapide, descriptif et complet, va devenir indispensable pour être employé avec succès dans toutes les éclipses suivantes.

Le 31 décembre 1861, au Sénégal, Poulain et Dutailis observent pour la première fois les franges mobiles. D'ailleurs l'analyse spectrale avait fait de très rapides progrès. On savait déjà que le spectre de la lumière solaire est un spectre d'absorption dû à la photosphère, on connaissait dans son ensemble la composition chimique du Soleil, mais il restait encore, précisément, à étudier les spectres de la couronne et des protubérances.

C'est ici que se place l'éclipse célèbre du 18 août 1868 : elle devait offrir pour l'étude des spectres une occasion excellente, d'autant qu'elle est très rare, puisque la durée de l'éclipse totale allait atteindre jusqu'à 6^m 45^s dans la presqu'île de Malacca. Les principaux observateurs de cette éclipse furent le lieutenant Herschel, le major Teunant, Janssen, Rayet, etc. « Deux magnifiques protubérances, dit M. Janssen, brillaient d'une splendeur qu'il est difficile d'imaginer : l'une d'elles avait plus de 3' de hauteur. Elle était formée d'une immense colonne gazeuse incandescente, principalement composée de gaz hydrogène. » De ses observations spectroscopiques, M. G. Rayet conclut d'une manière analogue que « les protubérances sont des jets d'une matière gazeuse incandescente, les flammes d'un phénomène chimique d'une puissance extrême. La lumière de la couronne est très faible par rapport à celle des protubérances. Tandis que la lumière de ces dernières donne un spectre très vif, la couronne ne donne aucun spectre coloré sensible. »

Ainsi, au cours de cette éclipse, on observe un spectre continu relativement pâle, sillonné par quelques raies fines et très brillantes qui, pour la plupart, peuvent être rapportées à l'hydrogène ; on était donc bien en droit de conclure que les protubérances sont en grande partie gazeuses, qu'elles dépendent sûrement du Soleil, et ce nouveau procédé d'observation à l'aide du spectroscopie permet de lever les derniers doutes qui pouvaient encore subsister sur l'origine de ces protubérances. Néanmoins, l'étude attentive des éclipses totales restait indispensable pour élucider les choses, et principalement pour analyser les autres parties de

¹ Voir les *Mémoires de la Soc. astron. de Londres*, t. XXI.

¹ Voir WARREN DE LA RUE : *Philosophical Transactions*, 1862.

l'atmosphère solaire. En même temps, d'ailleurs, et frappé par l'éclat des fines raies protubérantielles, un des observateurs eut l'idée, aussitôt après l'éclipse, d'en rechercher la présence avec le même spectroscopie dans la lumière diffuse du ciel au bord du disque solaire : c'est en vertu de cette remarque que M. Janssen, indépendamment de Lockyer, dont le procédé était resté inapplicable pendant 18 mois, allait utiliser et vulgariser l'emploi de cette élégante méthode générale sur laquelle nous aurons à revenir et qui, depuis cette époque, en dehors des éclipses, permet d'assurer l'étude régulière de la chromosphère et des protubérances.

Pendant l'éclipse de 1869, Young reconnaît, à la base de la chromosphère, une couche de vapeurs brillantes, dite *reversing layer* ou couche de renversement, et qui, selon les théories de Kirchhoff, doit engendrer les raies noires du spectre solaire normal : mais cette couche est extrêmement mince et, de ce fait, invisible en temps ordinaire ; elle n'apparaît au commencement et à la fin de la totalité que pendant un temps très court de une ou deux secondes.

En 1870, Harkness et Young concentrent leur attention et leurs efforts sur l'étude de la couronne elle-même : ils observent alors un spectre continu relativement intense, dans lequel il est aisé de distinguer quelques raies de l'hydrogène et de l'hélium, et pour lequel la particularité la plus remarquable consiste dans la présence d'une raie verte, d'origine inconnue, qui apparaît à une grande hauteur coronale.

Pendant l'éclipse de 1871, Janssen, avec un appareil très lumineux, reconnaît la présence de quelques raies noires de Fraunhofer, d'ailleurs faibles, dans le spectre des parties extérieures de la couronne.

Mais à partir de 1882, on va tendre de plus en plus à remplacer l'observation visuelle par la photographie et à étendre l'étude du spectre dans une seconde région, à peine soupçonnée jusqu'alors, à savoir la partie la plus réfrangible. Et, en effet, au point de vue spectral même, la plaque sensible présente une supériorité incontestable : avec l'œil, l'observation du spectre devient très difficile au-delà du bleu, tandis que l'impression photographique est forte dans le bleu, l'indigo, le violet, et peut même s'étendre aisément au delà, depuis λ 400 jusqu'à λ 360, dans la région ultra-violette et invisible. Au reste, il ne faudrait pas croire que la limite extrême est imposée par la plaque photographique : celle-ci pourrait être sensibilisée encore beaucoup plus loin, mais cette limite est uniquement déterminée par les verres d'optique ordinaires qui absorbent complètement les radiations les plus réfrangibles ; ainsi, avec des verres transparents

spéciaux, et comme pour la lumière du disque, l'étude de la lumière coronale pourrait être poursuivie dans une troisième région encore plus réfrangible, purement ultra-violette, mais cette étude n'a pas encore été faite.

Cependant, grâce à la photographie, on reconnaissait bien dans la seconde région les trois lumières à spectres différents¹ qui avaient été distinguées déjà dans la partie lumineuse du spectre et qui composent la lumière coronale, mais l'attention des observateurs était principalement portée sur le spectre à lignes brillantes qui doit offrir l'intérêt tout particulier de nous renseigner sur les gaz et les vapeurs composant l'atmosphère solaire : Parmi toutes les lignes brillantes de cette seconde région spectrale, il faut attacher une mention spéciale aux radiations attribuées au calcium et qui sont les plus fortes, dans la couronne tout comme dans la chromosphère.

En même temps, on cherchait à reconnaître la région où le spectre continu atteint son maximum d'éclat : mais nous pouvons laisser ici de côté ce point très particulier, car les résultats obtenus sont véritablement encore trop discordants, les uns plaçant le maximum d'éclat de cette région dans la partie violette, d'autres le situant dans le rouge. Pour le vert solaire, cependant, il paraît bien que l'intensité soit de 40 à 100 fois celle de la couronne, si l'on observe le même point par rapport au Soleil, avant et pendant l'éclipse, de 0 à 10' du bord environ, mais les déterminations sont des plus délicates et malaisées.

En février 1892, M. H. Deslandres, de l'Observatoire de Paris, et M. Hale, directeur de l'Observatoire de Chicago, reconnaissent simultanément la présence de gaz lumineux, sur le disque même du Soleil, à l'emplacement des facules. Ici encore le progrès nouveau est obtenu à l'aide de la photographie et chaque observateur a son mérite propre : c'est à Chicago qu'est réalisé le premier instrument permettant d'inscrire la forme de ces gaz, mais c'est à Paris que l'on obtient le premier appareil enregistreur des vitesses ; de plus, les expériences de M. Deslandres établissent que ces gaz n'appartiennent pas aux facules mêmes du disque, mais qu'ils sont véritablement situés au-dessus, en sorte que l'image obtenue représente la chromosphère entière du Soleil, telle qu'on la verrait si la photosphère eût préalablement été enlevée. Enfin, jusqu'alors, on ne possédait guère que les raies brillantes renversées qui sont émises par des couches relativement élevées de la chromosphère, tandis que l'on obtient, à Paris, des images monochromatiques du Soleil avec les raies noires du spectre

¹ Abney et Shuster, 1882, 1883, 1886.

normal qui correspondent à des couches plus basses du *reversing layer*.

Les recherches progressent rapidement depuis 1892, et les trois cents raies environ que l'on peut noter dans le spectre des protubérances sont presque toutes identifiées avec des métaux ou des métalloïdes.

C'est peut-être ici le lieu de signaler encore les nombreuses tentatives faites pour avoir quelques indications sur la polarisation radiale de la lumière : d'Abbadie, Arago, Mauvais (1842), Liais (1858), d'Abbadie, Prazmowsky, Secchi (1860), Blaserna, Brett, Langley, Pickering, Ranyard (1870), Ranyard, Lockyer (1871), etc..., s'étaient attachés à cette question, mais tous ces astronomes avaient obtenu des résultats plus ou moins contradictoires. M. Janssen est peut-être le seul qui, dès 1871, accuse une polarisation nette, et nous voilà ramenés, pour quelques minutes à peine, à un problème de même ordre que celui de la détermination du bleu du ciel, de la nature intime de la lumière diffuse, questions si complexes encore malgré les beaux travaux parus depuis les *héliomètres* et *cyanomètres* primitifs de Bouguer et de Saussure.

Nous arrivons ainsi à l'une des éclipses les mieux étudiées et les plus fructueuses, celle du 16 avril 1893.

M. Deslandres fut envoyé à Foundioum (Sénégal), par le Bureau des Longitudes, avec la mission d'observer l'éclipse de 1893 et, à son retour, il consigna ses principales observations dans un rapport assez complet, minutieux et des plus intéressants : en effet, au lieu de s'étendre à plaisir sur ses propres déterminations, M. Deslandres a le mérite, difficile et rare, de faire un remarquable exposé de la question, résumant les travaux, les connaissances acquises définitivement, les hypothèses émises au sujet de l'atmosphère solaire, avant de montrer les desiderata actuels et les points particuliers dont il visait l'étude en montrant ses expériences personnelles. C'est pendant cette éclipse que M. Deslandres fit ses premières observations sur la rotation de la couronne solaire qui, selon lui, au voisinage de l'équateur, suit à peu près le disque du Soleil dans son mouvement ; en même temps que M. de La Baume-Pluvinel, il remarque encore la corrélation qui existe entre la forme de la couronne et la phase d'activité solaire au même

moment. Cette correspondance est aujourd'hui classique : d'ailleurs une intéressante discussion d'observations, de recherches et d'hypothèses conduit M. Deslandres à conclure, par une grande similitude entre l'atmosphère solaire et l'atmosphère terrestre, à une étroite parenté entre les états électriques ou les conditions mécaniques de ces deux atmosphères.

A partir de 1893, le nombre des astronomes qui s'attachent à l'étude du Soleil croît sans cesse, et d'incessantes observations en sont faites en dehors des éclipses : aux époques des éclipses totales, tous les pays organisent des Missions pour aller observer au loin ces phénomènes : les renseignements s'accumulent et les faits se précisent. Le 9 août 1896, d'intéressantes observations sont dues à Backlund, Deslandres, Hansky, Kostinsky, Morin, etc... : et M. Deslandres, qui s'était installé dans ce but à Yézo (Japon), parvient à formuler nettement cette loi que « les variations périodiques des taches, qui sont suivies par les protubérances, s'étendent aussi à la couronne et à l'atmosphère solaire tout entière. »

L'éclipse totale du 22 janvier 1898 fut observée aux Indes et, cela, principalement par des astronomes anglais : sir Norman Lockyer, E. Walter, Maunder, Christie, Campbell, de l'Observatoire Lick, etc... La durée de la totalité de l'éclipse fut de deux minutes : la couronne s'étendait tout autour de l'astre, mais de préférence à l'est et à l'ouest dans le plan de l'équateur solaire, et son aspect rappelle franchement celui qu'elle affectait dans les éclipses de 1888 et 1896. Une fois de plus la photographie allait permettre une nouvelle expérience : on profita de cette éclipse, pour la première fois, afin d'enregistrer, à l'aide du cinématographe, les diverses phases du phénomène. Enfin Pedler observe nettement la ligne spectrale du fer à la base de la couronne, cependant que la principale raie verte coronale, très élevée sur un des bords, était invisible sur l'autre.

Dans une seconde partie, nous examinerons les théories actuelles sur la constitution physique et les résultats nouveaux qui se dégagent de l'observation de l'éclipse du 28 mai 1900.

Jean Mascart.

Docteur ès Sciences.

LES TRAVAUX

DU IV^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE PSYCHOLOGIE¹

Dans le compte rendu du troisième Congrès international de Psychologie, publié ici même², notre maître M. Pierre Janet écrivait les lignes suivantes, qui méritent d'être rappelées, comme précisant admirablement la nature, le but et l'évolution nécessaire du mouvement psychologique moderne : « Ce troisième Congrès, disait M. P. Janet, est un Congrès de psychologues tout simplement, sans épithète. Cela signifie, à mon avis, deux choses : d'abord qu'il n'y a pas deux psychologies, qu'il n'en existe aucune en dehors de celle qui tient compte des faits, et deuxièmement que cette psychologie n'a aucunement la prétention enfantine de supprimer le raisonnement et le système, de se passer des conceptions des grands philosophes, et qu'elle appelle, au contraire, toutes les bonnes volontés, toutes les études, quelles qu'elles soient. C'est là une initiative heureuse, et il viendra une époque où l'on trouvera aussi bizarre de dire un cours de Psychologie expérimentale que de dire un cours de Physique ou de Physiologie expérimentale. »

La Psychologie ainsi comprise, la composition du Congrès était très différente et variée : ecclésiastiques, occultistes, médecins et philosophes se coudoaient avec les métaphysiciens, les sociologues et les expérimentateurs. L'Asie même avait un représentant, un philosophe indien, M. Chatterji. On a été digne de cet ancien épithète de « philosophe », montrant une largesse d'idées, un horizon infini devant la pensée.

Le Congrès a siégé au Palais des Congrès du 20 au 23 août, sous la présidence de M. Th. Ribot, professeur au Collège de France et directeur de la *Revue philosophique*, ayant comme vice-président M. Charles Richet, le directeur de la *Revue scientifique*, et comme secrétaire général le Dr Pierre Janet, chargé du cours de Psychologie expérimentale à la Sorbonne³.

Les séances générales, au nombre de six, étaient

consacrées chacune à des études psychologiques distinctes : la première concernant les *études historiques* ; la deuxième, la *Physiologie cérébrale* ; la troisième, les *études relatives aux phénomènes du somnambulisme* ; la quatrième, les *études philosophiques sur la Psychologie* ; la cinquième, les *études de Psychologie expérimentale*, et la sixième séance, la *Psychologie sociale* et la *Psychologie pathologique*⁴.

Le Congrès a été ouvert, le lundi 20 août, par un discours du Professeur Ribot, qui a passé en revue le *développement* de la Psychologie depuis le dernier Congrès psychologique, ou plutôt de 1889 à 1900. Bilan consciencieux et érudit, le discours de M. Ribot représente en même temps une mise au point de l'activité psychologique de la dernière dizaine du XIX^e siècle, qu'on consultera toujours avec profit.

Dans la même séance, le Professeur H. Ebbinghaus, de Breslau, a fait une comparaison *entre la Psychologie actuelle et la Psychologie il y a cent ans*. Il a parlé d'abord des publications et des sociétés dont disposait chacune des Psychologies à la distance d'un siècle, et ensuite il a abordé la question capitale : les conceptions psychologiques d'autan et d'aujourd'hui. L'expérimentation est mise à l'ordre du jour actuellement ; l'activité mentale comme la physiologie des sens sont étudiées d'après des méthodes précises, et l'on cherche à déterminer des lois psychologiques. La Psychologie contemporaine est autonome ; celle d'il y a cent ans était subordonnée à d'autres sciences ; la Psychologie moderne ne se laisse plus guider par des analogies mécaniques ou physico-chimiques ; elle ne cherche dans la Biologie, selon le Professeur Ebbinghaus, qu'un parallélisme pour les faits de conscience. Un dernier point de cette comparaison est que la Psychologie est devenue de nos jours internationale ; elle se termine par les mots de Galilée : *De subjecto vetustissimo novissimum promovemus scientiam*.

Pour l'exposition de l'ensemble des travaux, nous suivrons la même classification que M. Janet a suivie

¹ Voir pour le premier Congrès : *Revue générale des Sciences*, 1892, t. III, p. 609, et pour le troisième, *Ibidem*, 1897, t. VIII, p. 22.

² PIERRE JANET : Troisième Congrès de Psychologie. *Revue générale des Sciences*, 1897, t. VIII, p. 22-27. Le lecteur trouvera dans cet article une synthèse sur l'évolution de l'esprit psychologique dans la manifestation intellectuelle de ces trois Congrès.

³ Le Congrès comptait 476 membres, nombre inférieur à celui de Munich (503), et supérieur de beaucoup aux deux premiers Congrès, de Paris (210) et de Londres (300). Le nombre des communications annoncées était d'environ 160, nombre égal à celui du troisième Congrès ; la plus grande majorité en a été faite.

⁴ Il y a eu sept sections : I. Psychologie dans les rapports avec l'Anatomie et la Physiologie ; II. Psychologie introspective ; III. Psychologie expérimentale et Psycho-Physique ; IV. Psychologie pathologique et Psychiatrie ; V. Psychologie de l'hypnotisme, de la suggestion et des sciences connexes ; VI. Psychologie sociale et criminelle ; VII. Psychologie animale, anthropologique et ethnologique. Les deux dernières sections ont travaillé ensemble.

dans les autres comptes rendus publiés ici même ; de la sorte, la comparaison sera plus facile et plus claire. On comprend bien que cette classification est schématique, mais, néanmoins, elle peut très bien servir comme un critérium suffisant pour l'étude des travaux du Congrès.

I. — ÉTUDES GÉNÉRALES DE PHILOSOPHIE.

Citons dans cet ordre d'idées, en dehors des conférences de MM. Ribot et Ebbinghaus, exposées plus haut, une note du D^r Aarsqui, de Christiania, sur les sept énigmes du psychique. Il s'agit des questions concernant la délimitation des frontières du moi et du non-moi ; l'auteur a passé en revue, pour cette précision de frontière, toutes les projections du moi dans le temps et dans l'espace, et il cherche à étudier ce qui appartient au monde externe et au monde psychique. L'excursion est plutôt métaphysique et a l'allure d'une dissertation de philosophie spéculative. Ed. Franklin Buchner, de New-York, a traité de la valeur des hypothèses en Psychologie ; les hypothèses doivent jouer un rôle considérable en Psychologie, si elle aspire à devenir une science, car des hypothèses constituent la vie même d'une science. La Psychologie ne doit pas seulement amasser des faits, mais il faut avant tout expliquer. Conception un peu trop littéraire, à notre avis, que cette manière d'envisager le but de la Psychologie. On n'a fait jusqu'à nos jours que des hypothèses en Philosophie, et la Psychologie était bien loin du monde à cause de cela une science. Ce qui précise le caractère vraiment scientifique de la Psychologie moderne, c'est justement cet amas de documents, qu'il faut recueillir sans trêve, quitte à construire plus tard les hypothèses qu'on voudra.

Citons encore, dans cette catégorie d'études traitant des généralités philosophiques, les communications de John E. Purdon sur l'algèbre du moi ; du R. P. Peillaube sur le péripatétisme et la psychologie expérimentale, constatant une sympathie intellectuelle entre ces deux doctrines ; d'Anton Marty, de Prague, sur la ressemblance : l'auteur conclut qu'il y a deux espèces de similitude, l'une l'identité partielle, et l'autre qui est constituée par des analogies ; de Pavicé, de Zagreb (Croatie), relative à une hypothèse sur la possibilité des rapports de l'âme et du corps, imprégnée d'un spiritualisme spiritiste qui n'a rien de nouveau, pas même au point de vue de la synthèse des faits connus ; de Ch.-V. Ehrenfels, de Prague, sur la racine biologique du positivisme ; d'Engène von Schmidt, sur les différentes directions dans l'entendement du monde : l'auteur passe en revue et fait un examen critique des trois grands systèmes philosophiques auxquels

se ramène, selon lui, l'explication du monde : le matérialisme, le rationalisme et le spiritisme. Revue inutile à notre avis, car elle n'apporte rien de nouveau, et surtout rien de bien précis. William Stern a traité de la liberté, et essaye d'en donner une définition nouvelle. La liberté est la prédominance conquise des forces psychiques sur les excitations extérieures ; en d'autres mots, l'auteur estime qu'il faut maintenir la notion du libre arbitre. Le D^r Durand de Gros a essayé de mettre en relief l'artificialité de la limite qu'on veut tracer entre la Psychologie et la Métaphysique, et enfin le professeur Münsterberg a parlé de la Psychologie atomistique.

Il est encore à remarquer : la communication sur la croyance de l'abbé Ch. Dennis, directeur des Annales de Philosophie chrétienne, celle du D^r Jean Philippe sur le problème de la conscience dans la Psychologie expérimentale, celle du D^r Claparède, de Genève, sur la définition de la perception, celle d'Abit sur la perception et la conception, celle de Victor Basch sur l'universalité du jugement esthétique, distinguant deux sortes de sentiments capitaux dans le faisceau constitué par le plaisir et le jugement esthétique : les sentiments sensibles, directs, et les sentiments associés. Les premiers sont universellement partagés, et les seconds sont essentiellement instables. Le D^r J. Philippe signale que, depuis plusieurs années, le désaccord va s'accroissant entre ce qu'observe en nous la conscience, et ce qu'enregistrent les procédés d'investigation de la Psychologie expérimentale.

C'est toujours dans ce groupe qu'on pourrait signaler la communication de M^{lle} Bœuf, de Paris, intitulée : Contribution à la théorie psychologique du temps. M^{lle} Bœuf croit qu'il existe une sensation de temps, simple et immédiate, fournie exclusivement par le sens interne. C'est dans l'organisme qu'il faut chercher l'origine du sentiment de temps : la sensation initiale est celle du rythme nerveux, qui est un sentiment du corps régulièrement discontinu. Cette sensation du rythme existe chez tous les êtres vivants, et sera d'autant plus parfaite que l'activité supérieure de l'esprit n'entrera pas en jeu, comme perturbatrice des opérations automatiques.

Le D^r Paul Carus, à propos de l'identité et de la continuité du moi, essaye de constituer une psychologie qui offre une nouvelle interprétation de l'âme. L'homme a le sentiment vague, mais toujours présent, de son unité physiologique ; ce sentiment s'impose à l'organisme par la nécessité où il est d'agir comme une unité. Le moi n'est que la conscience que nous avons de notre propre histoire, et par individualité l'auteur entend la vie du corps limitée à un moment du temps ; la personnalité est la forme de la vie, de la pensée et du sentiment. Ce qui périt, c'est l'individu ; la personne

ture, reste comme une partie du grand tout qui est l'humanité; elle dure sans *forme* après la mort aussi bien que dans les changements subis pendant la vie. L'illusion du *moi* n'est que le résultat du procédé mythologique de notre langage.

Citons enfin les quelques communications concernant l'éternelle question de la *terminologie* psychologique et philosophique. M. *Goblot*, et, dans une autre communication, M. *Claparède*, de Genève, ont attiré l'attention du Congrès sur cette nécessité de terminologie, paraît-il, urgente. On n'a rien voulu savoir, et la communication de M. Claparède, quoique faite dans une séance générale, *coram populo*, n'a pas suscité le moindre désir de s'entendre. Moins on s'entend, plus on travaille, paraît-il. Et le Congrès, tout en écartant la communication de M. Claparède, a passé à l'ordre du jour. La terminologie, en somme, gêne si peu, et elle est si utile aux philosophes à cause de ses multiples malentendus! Bon nombre de communications au Congrès n'auraient pas pu avoir lieu si cette terminologie était, une fois pour toute, bien définie.

II. — PSYCHOLOGIE EN RAPPORT AVEC LES FONCTIONS ANATOMIQUES.

MM. *Heger*, de l'Institut Solvay, et le Dr *Jean Demoor*, chargé de cours à l'Université de Bruxelles ont fait une importante communication sur la *physiologie de l'écorce cérébrale*. La cellule nerveuse a été longtemps considérée comme un élément essentiellement fixe; les recherches de Heger et Demoor tendent à démontrer que la cellule nerveuse est bien plastique. Chaque fois que le neurone est mis en état d'irritabilité d'une manière suffisamment intense, la substance fondamentale, étant excitée, réagit et le protoplasma se contracte, d'où, comme conséquence immédiate, l'état moniliforme des cellules. « Le neurone, écrivent les auteurs, comme toutes les cellules de l'économie, mais plus qu'aucune autre, est, dans sa physiologie propre, dominé par ses propriétés d'irritabilité, de variabilité et d'adaptation (mémoire, capacité de développement en psychologie). La notion de la plasticité donne l'explication de diverses expériences faites sur le cerveau et est confirmée d'ailleurs par elles: a) la rapidité de la myélinisation dépend de la mise en œuvre des cellules; b) l'activité des neurones est indispensable au complet développement des arborisations des neurones; c) les phases d'activité ou de repos de la cellule sont caractérisées par la consommation ou l'accumulation de la substance chromatique. La cellule nerveuse, telle que nous devons la concevoir au point de vue psychique, n'est donc pas essentiellement dominée par l'hérédité; elle est plastique

et dépendante, dans sa structure et dans son allure fonctionnelle, des excitants qui lui parviennent. » L'activité de l'écorce cérébrale a l'allure du phénomène réflexe, et la mise en œuvre des centres sensitivo-moteurs ne peut faire naître que des idées particulières; les idées complexes surgissent dans les centres d'association. La distinction de ces deux ordres de centres, sensitivo-moteurs et d'association, paraît expérimentalement démontrée chez l'animal et chez l'homme.

Cette communication a mis, on le voit, en discussion la question, à l'ordre du jour, des centres d'association, pour ne pas dire la doctrine de Flechsig. Le Dr *O. Vogt*, de Berlin, a pris la parole pour répondre comme il suit aux arguments de MM. Heger et Demoor. Flechsig n'a pas prouvé par l'étude de la myélinisation la nature sensitive des centres moteurs, car l'identité entre la marche de la myélinisation et la direction de la conduction dans la fibre nerveuse n'existe pas, selon Vogt. Il n'est pas nécessaire d'inventer des centres d'association pour expliquer le côté physiologique de l'idéation. Il n'y a pas un seul fait, en clinique, qui montre l'existence des centres d'association. Les expériences de M. Demoor semblent démontrer que les animaux avaient une sorte de cécité psychique, qu'on peut très bien expliquer par une lésion des fibres d'association sans avoir besoin de supposer un centre d'association. Dans toute l'écorce cérébrale des Carnivores, il y a des fibres de projection et, partant, en assez grand nombre pour qu'il soit impossible de distinguer anatomiquement des centres de projection et des centres d'association.

La bataille s'annonçait belle et pourtant la discussion a été close pour passer à l'ordre du jour selon les exigences du Congrès. Il jaillit si peu de lumière de la discussion! On a regretté l'absence de Flechsig, qui était attendu avec curiosité, sympathie, voir même enthousiasme, par bon nombre de savants désireux d'entendre une parole aussi autorisée à propos d'une question si capitale.

M. *O. Vogt* a fait une communication sur *l'anatomie du cerveau et la Psychologie*; il conclut qu'on ne peut pas faire une Psychologie sur des recherches anatomiques.

M^{lle} *J. Joteyko*, du laboratoire Kasimir de Bruxelles, a communiqué deux notes d'une valeur réelle sur la *fatigue*: une première traitait de la *fatigue comme moyen de défense de l'organisme* et la seconde de la *distribution de la fatigue dans les organes centraux et périphériques*. M^{lle} J. Joteyko rattache la fatigue aux fonctions de défense de l'organisme et la fait entrer dans la catégorie des *défenses actives générales* (fonctions de relation), en pouvant y distinguer trois modalités admises pour les autres fonctions de défense. Elle peut

être une défense *immédiate* (paralysie périphérique), une défense *préventive* (la sensation de fatigue, qui, de même que la douleur pour les excitations sensibles, par la trace profonde qu'elle laisse dans la mémoire, empêche le retour d'une sensation semblable), et enfin une défense *consécutive* (l'accoutumance, qui rend l'organisme plus résistant à la fatigue).

Les recherches de M^{lle} J. Joteyko plaident, en outre, en faveur de l'*origine périphérique* de la fatigue motrice; on a examiné, dans ce but, les variations du quotient de la fatigue sous l'influence de la fatigue elle-même. Par *quotient de la fatigue*, l'auteur entend « le rapport numérique $\frac{H}{N}$ qui existe entre la hauteur totale des soulèvements, exprimés en centimètres, et le nombre des soulèvements dans une courbe ergographique ». On sait que deux savants allemands, *Hoch* et *Kraepelin*, sont les premiers auteurs qui aient attiré l'attention sur ce rapport; d'après ces auteurs, le nombre de soulèvements ergographiques était rattaché au travail des centres nerveux cérébraux et la hauteur totale des courbes au travail musculaire. Or, M^{lle} Joteyko, examinant ces courbes, a remarqué qu'à chaque nouvelle courbe, la valeur du quotient de la fatigue $\frac{H}{N}$ diminue; ce qui prouve, en d'autres termes, que la diminution de hauteur est plus marquée et qu'elle est bien loin de suivre une marche parallèle à la diminution du nombre. La hauteur étant l'expression de la fatigue musculaire, il s'en suit, comme conclusion logique, que les centres psycho-moteurs sont plus résistants à la fatigue que les appareils terminaux.

M^{lle} *Mich. Stefanowska*, de l'Institut Solvay de Bruxelles, a communiqué également deux notes: une sur les *appendices piriformes des cellules nerveuses*, et l'autre sur les *conditions dans lesquelles se forment les varicosités sur les dendrites cérébrales*. Les prolongements protoplasmiques des cellules nerveuses cérébrales ne sont pas lisses, mais hérissés de nombreux corpuscules, que M^{lle} Stefanowska a proposé d'appeler *appendices piriformes*. Ces appendices apparaissent tardivement dans les cerveaux en voie de développement, et au moment où les cellules nerveuses ont déjà acquis leur forme définitive. Des expériences nombreuses ont aidé l'auteur à surprendre une variabilité notoire dans la disposition des appendices piriformes; ainsi, chez les animaux plongés dans le sommeil, soit naturel, soit anesthésique inoffensif, les appendices sont étalés exactement comme chez les animaux éveillés. Au contraire, chez les animaux intoxiqués par une éthérisation violente et prolongée, on trouve de nombreux groupes de neu-

rones qui ont perdu leurs appendices piriformes; en même temps, leurs dendrites se sont garnies de granulations et de varicosités. La disparition des dendrites ne commence donc que lorsqu'il y a à signaler des troubles graves. M^{lle} Stefanowska finit par conclure que, même dans les conditions normales, les appendices piriformes sont doués d'une certaine mobilité, et que, par des oscillations imperceptibles, ils varient le contact entre les neurones et exercent leur influence sur le passage de l'influx nerveux. « Les preuves expérimentales manquent pourtant absolument à l'opinion de l'auteur, et tout ce qui a été écrit à ce sujet sur l'améboïsme nerveux est basé uniquement sur des conceptions philosophiques. »

Dans la seconde communication, M^{lle} *Stefanowska* veut démontrer que les perles et les varicosités qu'on observe souvent sur les prolongements des cellules nerveuses ne constituent nullement la preuve que l'améboïsme cérébral existe. De nombreux faits, au contraire, montrent que les phénomènes observés sont des *formations pathologiques*, et l'auteur cite à l'appui de sa thèse des faits expérimentaux concernant des animaux profondément endormis par suite de la fatigue physiologique, des animaux anesthésiés, des animaux intoxiqués, et des animaux qui ont succombé à l'asphyxie, à la décapitation ou à la strangulation. Des troubles de nutrition seraient la cause de ces altérations pathologiques. M^{lle} Stefanowska conclut qu'en fait de conceptions psychologiques on devrait s'abstenir de baser l'améboïsme cérébral sur l'apparition des perles et des varicosités.

III. — PSYCHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE.

Les travaux concernant la Psychologie physiologique sont très nombreux et nous contenterons d'une énumération bien sommaire.

Signalons d'abord les communications intéressant la psychologie et la physiologie des organes des sens. *Aars*, à propos des *conditions de la rivalité des images rétinienne*s, constate que, parmi les facteurs qui déterminent la juxtaposition de l'alternance des images rétinienne, des phénomènes d'origine centrale jouent un rôle notoire. L'image correspondante peut disparaître si, au moyen des lentilles placées devant les yeux, on cherche et l'on arrive à rendre l'accommodation plus difficile pour un œil ou pour l'autre. Les conditions centrales de la perception contribuent plus, en d'autres cas, à donner une netteté aux images rétinienne que l'accroissement d'intensité des excitations. — Le *D^r F. Krueger* (*Sur la consonance et la dissonance*) veut démontrer expérimentalement l'inexactitude de la théorie de Helmholtz sur la

consonance et la dissonance. Il ne s'agit pas du tout de la coïncidence et de la non-coïncidence des harmoniques. S. Alrutz (d'Upsala) a expérimenté sur des sensations particulières de chaleur, qu'il distingue de la sensation ordinaire de chaud; celle-ci, qu'il appelle sensation de chaleur ardente (*Hitzeempfindung*), ressortirait, d'après l'auteur, d'une excitation simultanée de points chauds et froids de la peau. Alrutz a étudié, en plus, ce qu'il appelle les *sensations paradoxales* de froid et de chaud: sensations produites par l'excitation avec une pointe chaude d'un organe terminal de la perception du froid. Alrutz a expérimenté avec l'appareil de Thonberg. — N. Vaschide communique les résultats de ses recherches sur le rapport de la sensibilité tactile et de la sensibilité musculaire et conclut à une existence indépendante de ces deux sensibilités. Ses recherches, qui ont porté sur des phénomènes d'ordre anatomo-physiologique, d'ordre pathologique et d'ordre psychologique, le conduisent à admettre, en outre, une innervation musculaire sensitive et, avec elle, une sensibilité musculaire tout à fait indépendante. Cette indépendance plaiderait pour le sentiment d'une « activité musculaire », bien particulière, dont parlait Gerdy, et qui peut être rattachée à un sens spécial, ayant comme fonction le mouvement, sensation irréductible, et comme organe le muscle.

MM. L. Marillier et J. Philippe (de Paris) relatent également des résultats de recherches *esthésiométriques*. Les auteurs ont voulu vérifier et faire la topographie générale de la sensibilité tactile, qui, depuis Weber, n'a fait le sujet d'aucun travail de ce genre. Weber n'avait expérimenté encore que sur un seul sujet, et c'est à ce cas unique qu'on est obligé de rapporter toutes les mesures prises pour déterminer la finesse de la sensibilité tactile. Les auteurs ont essayé de combler cette lacune, ayant pris des mesures méthodiques et des séries complètes sur quatre personnes. Des mensurations ont été faites avec le compas de Weber, selon un dispositif spécial, sur lequel ils promettent de revenir dans un mémoire ultérieur. Ignorant ce dispositif et les détails de l'expérience, nous nous contentons de signaler la portée réelle de ces recherches, qu'on ne saurait qu'applaudir.

Dans un autre ordre d'idées, citons un remarquable travail de Patrizi et de Casarini, de l'Université de Modène, sur les *types des réactions vaso-motrices par rapport aux types mnémoniques et à l'équation personnelle*, une des plus importantes parmi les communications qui ont été présentées au Congrès. Il existe un type mnémonique quelconque qui correspond généralement à une réaction vaso-motrice particulière (acoustico-vaso-motrice, optico-vaso-motrice). Un type mental

donné dépend au premier chef de la vivacité avec laquelle les excitations sensorielles préférées, pour ainsi dire, arrivent à sa connaissance; on peut même considérer le réflexe vasculaire comme l'indice dynamogénique de l'intensité de la sensation; à une rapidité plus ou moins accentuée de l'équation personnelle correspondrait une réaction vasculaire correspondante et bien définie. C'est ainsi qu'on pourrait expliquer la transformation inconsciente d'une sensation dans un mouvement, l'appareil physiologique étant disposé de la sorte et grâce à la rapidité du processus nerveux en général: il en est de même dans l'équation personnelle pour l'exécution d'une réaction volontaire, acte psychique qui résulterait de la transformation préalablement adoptée des sensations et des perceptions. Casarini, un élève de Patrizi, a publié déjà, sous l'inspiration de son maître, un travail sur cette question dans la *Rivista di Science Biologiche*, n^o 3, vol. II.

Vogt, à propos de la *Contribution à la psychologie des sentiments*, a constaté, laissant de côté les variations individuelles, des modifications caractéristiques et bien constantes, au point de vue de la *respiration*, au point de vue du réflexe patellaire, au point de vue du tonus musculaire du quadriceps et au point de vue du travail musculaire, pendant la gaieté, pendant la tristesse, et pendant un état psycho-sensoriel agréable ou désagréable. Les modifications de la gaieté sont d'une autre nature que celles provoquées par la tristesse, tant au point de vue de l'augmentation et de la diminution des forces et du travail musculaire qu'au point de vue de la profondeur et de la fréquence respiratoires, etc. L'émotion que Vogt appelle agréable n'est pas complètement opposée à celle qu'il appelle désagréable; l'influence modificatrice du désagréable s'approche le plus de la gaieté. Les recherches de Vogt sont précieuses, mais elles gagneraient beaucoup psychologiquement, si le critérium n'était pas dans un état subjectif un peu vague et par conséquent un peu loin d'être défini. M. Tschisch, d'Yourieff (Dorpat-Russie), croit que les excitations des organes supérieurs des sens *par eux-mêmes* ne provoquent pas de douleur, comme tous les excitants électriques et mécaniques ou autres, puisqu'elles ne détruisent pas de tissu vivant. La douleur ne peut être causée que par la transformation d'un tissu vivant en un tissu mort et elle est proportionnelle à l'étendue du tissu détruit. La douleur est *universelle* parce qu'elle est intimement liée à la destruction du tissu vivant.

Le prince Jean de Tarchanoff a parlé, dans une conférence très applaudie, des *Illusions et hallucinations des grenouilles en dépendance de leur espèce*. Il y a des espèces de grenouilles qui présentent

certaines susceptibilités nerveuses, qu'on trouve absentes chez d'autres espèces : la grenouille brune, par exemple (*Rana temporaria*) présente, à la suite du sommeil chloroformique, des phénomènes tout particuliers. Chez les grenouilles, comme chez les autres animaux et chez l'homme, il y aurait donc des différences psycho-physiologiques individuelles.

M^{me} Marie de Manacéine a fait deux communications : l'une sur les variations du caractère sous l'influence de différentes nourritures et l'autre sur l'hérédité psychologique. Le caractère subirait des changements notables sous l'influence de la nourriture. Enfin M^{lles} V. Paget et A. Thomson ont étudié le rôle de l'élément moteur dans la perception esthétique visuelle et ont proposé un questionnaire au Congrès dans le but de soumettre à un examen plus large la thèse des auteurs.

Fr. da Costa Guimarães (de Paris) traite de la psychologie des sports et conclut que ce qui fait l'attrait du sport, c'est une excitation, résultante d'un surcroît d'activité des fonctions vitales, et qui n'est due qu'à une oxygénation plus active.

IV. PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. PSYCHO-PHYSIQUE.

Citons en premier lieu la note du Professeur Külpe, de Würtbourg, sur le rapport des différences à peine perceptibles avec les différences nettement perceptibles¹. Le Professeur Külpe incline à croire que la question ne peut être résolue que par des considérations purement théoriques ; les recherches de Merklen n'ont pas apporté à la question une conclusion satisfaisante (*Phil. Stud.*, IV, V, X). De nouvelles recherches sur les intensités lumineuses et sonores ont établi que l'appréciation des intervalles est tout autre quand il s'agit des différences à peine perceptibles, que lorsqu'il s'agit des différences nettement perceptibles. De ces données, on pourrait déduire, au premier abord, que la loi de Weber aura une signification tout à fait différente quand elle s'appliquera à certaines différences perceptibles, que lorsqu'elle sera appliquée à d'autres. Külpe est d'avis que, conformément à la tradition, il faut réserver le nom illustre de cette loi à la signification qui s'applique à la détermination du seuil. L'hypothèse de la relation est préférable, car la loi psycho-physique aurait de la sorte une signification psychologique. Il serait très désirable d'essayer la même interprétation pour les excitations à peine perceptibles dans leur rapport avec les sensations. Si l'interprétation est possible pour les intensités, et elle est vérifiée cha-

que jour, pour ce qui concerne les qualités, il existe une autre formule de grandeur, pour les différences à peine perceptibles, formule de beaucoup moins instable.

Le Professeur Alf. Lehmann (*Sur l'équivalent mécanique des états psychiques*) a étudié de son côté la loi de Weber, mais au point de vue de la relation qui existe entre l'excitation et la sensation, et des interprétations dont cette relation est susceptible. Le point capital serait de trouver une formule exacte et se faisant un écho précis de la réalité des faits ; l'auteur croit avoir réussi à déterminer empiriquement une pareille formule pour les sensations visuelles, par la mesure des disques en rotation. Inutile de dire que la formule est très compliquée. Lehmann croit, en outre, qu'on peut exprimer de la même manière la loi de Weber pour les sensations auditives et même pour le travail musculaire à l'égard de l'innervation centrale ; on pourrait alors mesurer, grâce à cette proportionnalité des sensations et des irritations centrales, par les méthodes ergographiques, l'équivalent mécanique des divers états de conscience.

P. Mentz a parlé du degré de saturation des diverses régions du spectre et de la méthode de mesure précise de la saturation. (*Die Sättigungsverhältnisse des Spectrums und die Bedeutung von Sättigungsmessungen insbesondere für die Untersuchung Farbenblinder*). Les positions maxima de saturation coïncident avec celles des couleurs pures. Le Professeur J. Malcolm Stratton (de Californie, E. U.) a fait connaître une nouvelle méthode pour la détermination de la plus petite distance latérale perceptible.

Le Dr J. Roubinovitch a réussi à mesurer les variations du diamètre pupillaire en rapport avec l'effort intellectuel à l'aide d'un nouveau dispositif personnel, et il conclut dans le sens de l'existence d'un rapport direct ou indirect entre les phénomènes pupillaires et l'effort intellectuel. A. Netchaëff (de Saint-Petersbourg) a fait une communication sur le développement de la mémoire chez les écoliers des deux sexes ; les sujets sur lesquels les recherches ont été faites étaient âgés de neuf à dix-huit ans. Retenons de ses conclusions que le développement de la mémoire subit une sorte d'arrêt à l'âge de la puberté et que c'est encore vers onze et quatorze ans que la mémoire des filles et des garçons diffère le plus. Les recherches de Netchaëff confirment dans leur ensemble les recherches antérieures faites au point de vue de la psychologie individuelle en Amérique et en France (Gilbert, Mac-Donald, Binet et Vaschide, etc.). Enfin citons encore un travail de pédagogie expérimentale, d'une vraie valeur, sur la force musculaire des élèves à travers l'année, dû à M. C. Schuyten,

¹ Ueber das Verhältniss der ebenmerklichen zu den uebermerklichen Unterschieden.

directeur du Service pédagogique et du Laboratoire de Pédagogie scolaire d'Anvers. Il se dégage de ses nombreuses et méthodiques recherches que l'écolier est sujet aussi physiquement à des variations saisonnières, qui présentent tous les caractères d'une loi.

Des présentations et des descriptions d'appareils ou de méthodes ont été faites par *MM. Sommer, Martins, Scripture, Patrizi, Toulouse et Vaschide, Thierry, D^r Eneausse*, etc. Le Professeur *Sommer* (de Giessen) a présenté quatre appareils : un pour l'analyse des mouvements de la main, destiné à l'analyse des trois dimensions, un second pour les mouvements du pied, un troisième pour la mesure de la pupille et un quatrième pour les excitations optiques. Le Professeur *Martius* (de Kiel) fait connaître un appareil pour la mesure de la sensibilité lumineuse, et le Professeur *Scripture*, un très ingénieux appareil pour la sensibilité des couleurs. *Toulouse et Vaschide* présentent une série d'appareils (12) pour la mesure des sens et qui faciliteront cette mesure en la rendant simple et précise. *L'abbé Thierry* signale un procédé de notation pratique, à propos de ses recherches expérimentales sur la hauteur et la mélodie de la parole parlée. Le *D^r Patrizi* présente un *ergographe crural*, et enfin, le *D^r Eneausse* quelques appareils *électriques enregistreurs* destinés à l'étude des sujets et des médiums; ce sont des appareils de contrôle.

Rappelons encore la communication du *D^r Ed. Toulouse* sur *l'examen psychologique*; il a parlé sur la valeur et la possibilité des unités de mesure en Psychologie.

V. — PSYCHOLOGIE DESCRIPTIVE.

Le Professeur *Bergson* a communiqué une *note sur la conscience de l'effort intellectuel*. Dans tout effort intellectuel, il y a une lutte dans une composition entre des images multiples et analogues qui essayent de s'insérer dans un seul et même schéma, les unes ne le remplissant pas tout à fait, les autres le dépassant, jusqu'à ce qu'enfin la coïncidence de l'image avec le schéma soit obtenue. Ce mouvement *sui generis* des images doit entrer pour une large part dans la conscience que nous avons de l'effort intellectuel. — Le Professeur *Bourdon* (de Rennes) a étudié le *type grammatical dans les associations verbales* d'une manière expérimentale et il acquiert la preuve qu'il existe réellement un type grammatical. Il a observé, en outre, que, chez certaines personnes, il y a spécialement tendance à effectuer par exemple des associations grammaticales par contiguïté. — *Paul Sokolov* (de Moscou) a fait une communication sur *l'individua-*

tion colorée. Il s'agit des phénomènes analogues à l'audition colorée; il y a des personnes qui traduisent en langue chromatique des choses beaucoup plus abstraites, du moins en apparence, telles que les individualités humaines, les caractères, les qualités intellectuelles et morales. Signalons également des communications : du *R. P. Bulliot*, sur la *classification des caractères et de la physiologie humaine*, d'*Anastasy* (de Marseille) sur *l'association subconsciente des mots, des idées et des actes* (observation personnelle), du *D^r Monroe* (de Westfield, Mass., U. S. A.), sur *les images olfactives dans le rêve*, du *D^r Weygang*, sur *l'association dans le rêve*, etc.

H. Piéron (de Paris) essaie de donner une *nouvelle interprétation des faits de rapidité anormale dans le processus d'évocation des images*. Son interprétation est d'ordre psychologique. Une image envahit le champ de la conscience et toutes les images qu'elle tend alors à évoquer viennent, sans qu'aucun réducteur les empêche ou les retarde, cristalliser, pour ainsi dire, presque simultanément autour d'elle. Il se forme ainsi, avec toutes les images susceptibles d'affinité, un système psychologique cohérent. *N. Vaschide* communique le résultat de ses recherches sur *l'imagination créatrice chez l'enfant*: l'imagination créatrice est caractérisée par une incohérence particulière, qui rappelle de très près l'incohérence pathologique. L'enfant systématisé en créant, pour ainsi dire, dans le délire.

Remarquons enfin la très intéressante communication sur *la psychologie du chatouillement* du Professeur *James Sully*. Retenons cette définition du chatouillement : c'est un réflexe sensoriel impliquant un ou des modes caractéristiques de sensation.

VI. — PSYCHOLOGIE COMPARÉE ET PSYCHOLOGIE SOCIALE.

M. Jean Philippe a eu l'occasion de recueillir dans un service d'accouchement une observation concernant les *premiers mouvements de l'enfant*; il s'agit d'un fœtus d'environ vingt-deux semaines, expulsé sans apparence d'intoxication; la mère aurait senti, ajoute *M. Philippe*, des mouvements actifs trois ou quatre jours auparavant. Les mouvements immédiats étaient des mouvements d'extension et de flexion des jambes.

Le Professeur *Charles Richet* a présenté au Congrès un petit prodige musical *Pépito-Rodríguez-Ariola*, dont la précocité musicale a émerveillé des artistes de marque. Il n'a aucune instruction musicale et il est rebelle à toute culture de ce genre. Sa main était si petite qu'elle ne pouvait guère embrasser que cinq notes; pour exécuter un accord, Pépito était forcé d'égrener rapidement quelques

notes. Pépito est compositeur et improvise en outre des morceaux de musique vraiment surprenants pour son âge. Ce petit prodige a exécuté devant les congressistes quelques morceaux et improvisé aussi quelques frêles accords d'une harmonie chaude et gaie et à peu près parfaite au point de vue de la grammaire musicale.

Le Professeur *Bryan* a exposé les conclusions des recherches faites, en collaboration avec le Professeur *Lindley*, sur un jeune prodige mathématique, dont les facultés arithmétiques se sont manifestées à l'âge de trois ans. Rien de particulier dans la famille; la mémoire et l'étendue sont considérables, la rapidité de la mémoire est remarquable, surtout dans les multiplications. Esprit très ingénieux, il sait tirer grand profit de ses connaissances, et il est arrivé à découvrir un grand nombre de méthodes nouvelles de calcul. Sa prodigieuse faculté de calcul tient, d'après ce que les auteurs ont pu observer et expérimenter, à une hiérarchie de mécanismes automatiques qu'il tient facilement et rapidement à sa disposition.

Signalons encore la communication du *D^r Chailous* sur *l'hérédité* et la *contagion*, comme facteur de la viciation morale, du traitement méthodique des viciations par l'éducation et de l'application de la méthode dans les colonies d'enfants.

Parmi les notes concernant la Psychologie sociale, citons celles de *Groppali* (*Psychologie sociale et Psychologie collective*), celle de *Tongo Takébé* sur la classification des tendances qui constituent les facteurs essentiels des phénomènes sociaux, celle de *Schultz* sur la *psychologie des sauvages*, celle de *Eulenburg* sur le *problème de la psychologie sociale*.

Une dernière catégorie de communications concerne l'étude de la Psychologie sociale au point de vue pénal et celui de la criminalité; les auteurs ont étudié, soit l'inégalité criminelle des sexes, soit l'influence du système économique sur la criminalité, etc., titres des notes de *MM. de Sechand*, du *D^r Valentin*, de *E. Reich*, du *D^r Martrès*, etc.

VII. — PSYCHOLOGIE PATHOLOGIQUE.

Le Professeur *Pierre Janet*, au nom de *M. Raymond* et au sien, a fait connaître dans une courte note les recherches entreprises à son laboratoire de la Salpêtrière sur la *respiration de Cheynes-Stokes dans l'hystérie* et *l'influence de l'activité cérébrale sur le rythme de la respiration*. Ce rythme est presque constant chez les hystériques, mais la crise et la respiration se rapprochent de l'état normal à mesure que l'activité cérébrale du sujet se réveille et que son attention devient plus intense. Le *D^r V. Truelle* (de la colonie de Dun-sur-Auron) relate deux cas

d'amnésie continue: l'un à la suite d'une attaque épileptiforme et l'autre à la suite d'une intoxication par l'oxyde de carbone; le *D^r Paul Tesdorpt* communique quelques considérations critiques sur la valeur et l'utilité d'une *définition exacte du caractère* pour le jugement des maladies mentales. Le *D^r Séglas*, étudiant les *hallucinations psychiques*, est d'avis que ce terme doit disparaître de la nomenclature psychiatrique, comme une expression entretenant des confusions regrettables; la plupart des phénomènes désignés sur le nom d'hallucinations psychiques ne sont pas du tout, à vrai dire, des hallucinations. *Toulouse* et *Vaschide* font connaître le résultat de leurs recherches, faites sur des aliénés, au point de vue de la psychologie individuelle: *l'application des questionnaires et des testes à l'examen psychologique des aliénés*. Le *D^r C. G. Ferrari* (de Reggio-Emilia), a parlé également sur le même sujet; il a traité *des testes et de l'examen clinique des aliénés*. Le *D^r G. Ollah* (de Budapest), à propos de la *connaissance partielle* avec une amnésie totale, n'admet pas que la perte d'un souvenir soit liée à une perceptibilité inconsciente de l'acte. Il y aurait toujours une conservation partielle de la conscience, comme il y aurait une conservation au moins tout aussi partielle de la personnalité de l'individu. Ollah n'admet même pas qu'un sujet soit hypnotisé dans un sens opposé à ses actes, désirs et impulsions. Il y a beaucoup de considérations gratuites dans la dissertation psychiatrique de l'auteur hongrois. Citons encore la communication du *D^r R. Brouwer* (de la Haye) sur *l'auto-suggestibilité pathologique* comme un trait caractéristique de l'hystérie, celle du *D^r Valentin* sur la *psychothérapie et la logothérapie*, qui cherche à marquer la place exacte, théorique et pratique, de la suggestion verbale pure (logothérapie) dans l'ensemble des moyens de traitement qui relèvent de la Psychologie médicale.

Le Professeur *A. Tamburini*, directeur de l'Institut psychiatrique de Reggio-Emilia (Italie), a fait connaître une intéressante observation sur les *aberrations de la conscience viscérale*. Ces hallucinations sensorielles et motrices, d'un état morbide irritatif de ces centres corticaux. Des images sensorielles ou motrices des impressions et des mouvements des viscères, déposées et enregistrées à l'état inconscient dans les points corticaux respectifs, deviennent, dans des cas morbides, conscientes, et, parallèlement avec l'exagération morbide, leur réviviscence forme l'origine des hallucinations viscérales et des délires correspondants. Les éléments sensoriels qui constituent la conscience viscérale jouent, d'après le Professeur Tamburini, un grand rôle parmi les éléments qui forment les sentiments du *moi*, surtout

dans les faits émotifs; leurs hallucinations à eux tous doivent exercer une influence considérable sur la conscience des sentiments du moi, en d'autres mots sur la personnalité.

Le Dr P. *Hartenberg* essaye de formuler une conception psychologique de la *névrose d'anxiété*, telle qu'elle a été définie et délimitée en 1895 par Freud (de Vienne). C'est une névrose émotionnelle spécifique, l'affection apparaissant comme une névrose du sympathique (le sympathique représentant le mécanisme nerveux de la vie émotionnelle). Citons du même auteur une seconde communication, traitant de la *psychologie de la timidité*.

Enfin le Dr *Morton Prince* a fait connaître, dans une note préliminaire, un *curieux cas de personnalité multiple*. Il s'agit du développement de trois personnalités dans un même individu, et des relations que les personnalités comportent entre elles et l'individu primitif. Le sujet est unique sous plusieurs rapports et présente sous chacune de ses personnalités des phénomènes bien définis et des troubles contradictoires les uns par rapport aux autres; les personnalités avaient acquis quand même une complète indépendance. Une de ces personnalités est la conscience exaltée au plus haut point; les souvenirs sont continus depuis l'enfance et sa conscience personnelle n'est pas successive par rapport aux autres, mais contemporaine avec elles, et ce n'est que dernièrement que cette personnalité s'est séparée des autres, qu'elle a acquis une existence indépendante absolue. Cette personnalité raffinée a écrit une autobiographie, décrivant les faits et actes conscients de la vie de l'enfance jusqu'au temps présent et les comparant avec celle de la conscience primaire. Cette personnalité est prédominante sous ce rapport aussi, et dirige beaucoup les autres, qui ne sont en somme que des fragments mutilés du « soi primaire ». Ces trois personnalités peuvent être hypnotisées. La communication de *Morton-Prince*, comme on le voit, est un document précieux et unique, d'après ce que nous savons de ce genre, et les « miss Beauchamp » deviendront bientôt une citation classique.

Citons encore les communications du Dr *Sollier* sur la *forme locale et générale des émotions*, et du Dr *Maurice de Fleury*, qui a fait connaître au Congrès des précieuses remarques sur la *psycho-physiologie des émotions*. Le Dr *Bernard-Leroy*, parlant de l'illusion dite de *dépersonnalisation*, cite un cas qui a duré plusieurs mois sans aucun trouble sensoriel attentif et sans aucune modification notable de la volonté, et se contente de rejeter comme peu plausibles toutes les hypothèses formulées sur l'explication de ce phénomène, avouant toutefois qu'il ne serait pas en mesure d'en formuler une autre avec précision.

VIII. — L'HYPNOTISME ET LA SUGGESTION.

Quoique le Congrès ait eu une section spéciale, consacrée à l'étude de l'hypnotisme, de la suggestion et des questions connexes, on est forcé de constater que les sciences connexes ont eu une prépondérance marquée, bien entendu en tant que nombre. Nous parlerons de ces sciences connexes dans le chapitre suivant; ici nous signalerons les quelques travaux scientifiques concernant ces phénomènes. Nous en avons d'ailleurs cité quelques-uns au chapitre précédent, comme touchant à la psychologie pathologique.

Signalons d'abord une communication faite dans une des séances générales sur la *divination de la pensée*, par le Dr *C.-G. Ferrari*, du Laboratoire de Psychologie de Reggio-Émilie, une *précieuse contribution à l'étude de la psycho-physiologie de la suggestion*. Le Dr *C.-G. Ferrari* a eu l'occasion d'étudier trois liseurs de la pensée: Piekmann, Dalton et Caselli, et il a remarqué qu'il s'agit toujours d'un couple télésthésique, formé par le divinateur de la pensée et celui qui le conduit. Ce couple se fait par des transmissions sub-automatiques, possibles entre les deux personnes grâce à la perception des mouvements minimes de n'importe quel organe et de nature multiple. *Ferrari* pense, avec beaucoup de raison, que cette personnalité télésthésique pourrait nous donner peut-être la clef des faits encore très obscurs des formes rudimentaires de la suggestion.

Le Dr *P. Hartenberg* fait connaître un procédé spécial pour provoquer le *sommeil artificiel*, procédé qui consiste à réunir chez le sujet le plus grand nombre de conditions favorables au sommeil, mais en s'abstenant d'évoquer l'idée de dormir. Le sommeil serait produit par des impressions organiques et sensorielles. Mentionnons encore la communication du Dr *Liégeois*, sur les *hallucinations négatives et la psychologie expérimentale*, celle du Dr *Eucasse* sur le *transfert hypnotique*, du Dr *Requault*, sur la *classification des qualités psychiques primitives*, basée sur les récentes découvertes hypnotiques, du Dr *Falk Schupf* sur le *problème du somnambulisme* et les méthodes de l'investigation psychologique, etc. N'oublions pas une note du président de la section, le Dr *Bernheim*, sur l'*anesthésie hystérique*, qu'il réduit à un ensemble de phénomènes d'auto-suggestion et qu'on arrive facilement à désagréger par la suggestion ou par la persuasion.

C'est également à ce chapitre qu'on pourrait citer la communication de M. *Jagadiska Chandra Chatterji*, professeur à Benarès (Indes anglaises), sur les *méthodes employées dans l'étude de la psychologie expérimentale aux Indes*, méthodes qui,

pour la plupart, tiennent à une utilisation adroite et merveilleuse des manipulations hypnotiques ou de la suggestion. Il s'agissait surtout de la révélation d'une méthode classique indienne, connue sous le nom de *Yoga*, et sur ceux qui l'emploient, les *Yogins*. On a admiré l'enthousiasme de croyant de *M. J.-C. Chatterji*, quand il a évoqué ainsi devant les congressistes les méthodes de ces lutteurs admirables pour le *Nirvâna*; il a réussi à suggérer la possibilité de connaissances scientifiques précieuses pour ces artistes de procédés hypnotiques.

IX. — PSYCHOLOGIE TRANSCENDANTE.

Les représentants de la Psychologie transcendante et surtout des soi-disantes sciences connexes se sont donné rendez-vous dans la cinquième section, où la discussion a été souvent assez vive.

Plusieurs psychologues ont pris successivement la parole comme *Ebbinghaus*, *Külpe*, *Tarchanoff*, *Vogt*, *Vaschide*, *Hartenberg*, etc.; après des longues répliques, le président *Bernheim* a précisé la part des faits vraiment scientifiques et a insisté sur le rôle considérable que joue la mentalité de l'observateur. Le Professeur *Ebbinghaus* a été surtout très applaudi quand il a protesté, au nom de la science psychologique, contre la confusion regrettable que certains représentants des sciences annexes faisaient des phénomènes psychiques.

Parmi les multiples communications concernant les phénomènes télépathiques : transmission de la pensée, l'au-delà de la conscience, etc., faisons une place à part à celle du Professeur *Myers*, (de Cambridge) le président de la *Société de recherches psychiques* de Londres, sur le phénomène classique de *trance* (léthargie), à propos d'un cas remarquable de M^{rs} *Thompson*. Dans cet état, le sujet semble endormi, mais il est néanmoins capable de parler ou d'écrire sur certains sujets, que sa personnalité normale ignore à ce moment et dont il se souvient rarement à un retour à la vie éveillée. Cette forme léthargique peut suggérer une substitution temporaire de personnalité. *M. Myers* a recueilli les témoignages de plusieurs personnes pour arriver à la conclusion que les faits révélés par M^{me} *Thompson* au cours de ses expériences lui étaient absolument inconnus. La plupart des faits évoquent des communications avec des morts, qui semblent, à ce que dit *M. Myers*, parler par la bouche de M^{me} *Thompson*.

Contentons-nous d'enregistrer ce fait et croyons sur parole *M. Myers*, auquel la Psychologie doit beaucoup de choses, qu'il n'y a eu aucune fraude. Mais nous nous permettrons d'observer qu'outre la fraude, pour ne parler qu'en question de principe,

il y a lieu d'accorder place à une foule d'erreurs tenant, pour la plupart, aux états psychiques des témoins et aux conditions dans lesquelles le fait a été recueilli.

Citons encore le Professeur *Flournoy*, de Genève, qui a montré la nécessité, pour la Psychologie, de s'occuper des problèmes que soulèvent les phénomènes dits occultes, supra-normaux, et a proclamé hautement que les spirites n'ont apporté aucun fait scientifique à l'appui de leur thèse; lesdits phénomènes supra-normaux peuvent être expliqués par les lois psychologiques ordinaires. Dans le même sens a parlé aussi le Dr *O. Vogt*, de Berlin, dans sa communication *contre le spiritisme*.

De toute cette lutte résulte, à mon avis, la nécessité de vulgariser dans le monde des notions élémentaires de méthodologie et de préciser plus largement la signification des conditions qu'exige une bonne expérience.

X. — COMMUNICATIONS DIVERSES

N'oublions pas de mentionner la création de l'*Institut psychique international*, qui a été annoncée au Congrès par une communication succincte du Dr *Ockorowicz*. Cet Institut vient d'être créé à Paris, dans le but d'organiser un centre intellectuel international pour la Psychologie et les sciences annexes, en harmonisant tous les efforts et en centralisant toutes les ressources. L'Institut veut mettre à la disposition des travailleurs, écrit *M. Janet* dans le premier numéro du *Bulletin* de l'Institut, au nom du Comité provisoire, les documents nécessaires à leurs études, instruments, livres, etc.; il veut fournir des ressources à tous les laboratoires, à tous les chercheurs, réunis ou isolés, qui pourraient montrer qu'ils ont besoin de cet aide pour une recherche ou une publication intéressante; il veut encore provoquer des études et des recherches sur certains faits qui mériteront d'être mis à l'ordre du jour ou qui le sont déjà, et organiser enfin, autant que possible, des laboratoires permanents, une clinique, où seraient effectuées, par quelques-uns de ses membres, les recherches jugées les plus utiles, etc. »

Le programme est assurément beau et des plus nobles; reste là grande besogne, après avoir tracé un si vaste et admirable plan d'études, de le mettre en pratique. La direction, étant confiée, au moins pour le commencement, à des savants et psychologues comme MM. *Ch. Richet* et *Pierre Janet* entre autres, doit inspirer confiance dans l'avenir de cette institution.

Le Congrès a fini, comme tous les Congrès, par un banquet et par des discours, qui n'ont manqué ni d'élan, ni de volubilité, ni d'humanité. Ce ban-

quet a eu lieu au premier étage de la tour Eiffel. Il convenait bien aux psychologues de siéger à une certaine hauteur et d'avoir devant eux un horizon plus large; ils ont pu à leur gré jeter des jalons, pour l'avenir de la Psychologie, dans l'infini du temps et de l'espace.

Avant de finir, n'oublions pas de féliciter le Comité d'organisation pour la réussite du Congrès, qui compte pour beaucoup dans l'histoire de la Psychologie. Félicitons en particulier M. Janet, qui a assumé la lourde tâche de Secrétaire général du Congrès.

Ce Congrès a remué beaucoup d'idées et a rem-

pli largement la destination d'une pareille réunion. Les Congrès n'apportent jamais de solutions précises, mais préparent l'esprit; on apprend à se connaître et on localise mieux ses pensées après avoir assisté à des séances où les représentants les plus différents de la Psychologie ont agité des idées. Et, dans un mouvement scientifique, agiter des idées, c'est déjà beaucoup!

N. Vaschide,

Chef des travaux
du Laboratoire de Psychologie expérimentale
de l'École des Hautes Études.
(Asile de Villejuif.)

LE CRIN DE TAMPICO ET LA CULTURE DES AGAVE UNIVITTATA ET HETERACANTHA EN ALGÉRIE

La culture des *Agave* a, depuis une vingtaine d'années, pris une grande importance dans les climats secs analogues à celui d'une grande partie de l'Algérie. Ces végétaux très intéressants peuvent vivre dans des conditions dont ne s'accommode aucune autre plante économique. Les pentes pierreuses, rocheuses, sableuses, leur conviennent surtout. Il serait donc d'un très grand intérêt pour le nord de l'Afrique de pouvoir multiplier quelques *Agave* susceptibles de donner des produits industriels comme au Mexique.

1

Depuis longtemps l'*Agave Americana*, improprement appelée Aloès, est propagée comme plante de clôture et d'ornement en Algérie. Elle y prend un grand développement et s'y montre, ainsi que plusieurs de ses congénères, bien adaptée au climat. Mais c'est bien à tort qu'elle y été regardée comme l'espèce susceptible d'y être cultivée pour la production de fibres textiles. Si l'on peut extraire de ses grosses feuilles quelques mèches de foudets, on ne réussit guère à l'exploiter en grand. Il conviendrait, croyons-nous, d'étudier de plus près la possibilité de cultiver conjointement des espèces du même genre dont on tirerait des fibres utilisables. Voici à ce sujet quelques indications :

Depuis 1886, ayant eu à créer un Jardin botanique pour nos Écoles supérieures, je me suis occupé de réunir une collection d'*Agave*, tant au point de vue purement botanique qu'au point de vue de l'utilisation de nos terres arides par ces

plantes. En 1892, j'ai reçu de nombreux échantillons de Sisal vrai et faux; ces végétaux se sont très bien développés et font l'objet d'une étude spéciale au Jardin. En septembre 1894, M. le D^r Weber m'a envoyé des graines de l'*Agave* qui fournit le *Tampico* et qui porte le nom indigène de Lechuguilla. Ces graines avaient été récoltées au Mexique sur les lieux mêmes de l'exploitation. Or, les plantes qui en sont issues se sont montrées identiques aux *Agave* que je possédais déjà sous le nom d'*Agave univittata*.

Ces végétaux (fig. 1) sont remarquables par de nombreux caractères qui permettent de les classer dans une section spéciale du genre. Leurs fleurs sont en épi de 3 à 4 mètres rappelant l'inflorescence de la Scille maritime; elles sont insérées deux par deux. Les feuilles ont une marge sèche épineuse qui se détache très facilement du reste de la feuille, si bien qu'avant de travailler ces feuilles, les Mexicains éliminent facilement les épines en détachant les marges épineuses.

Les *Tampico* graine très bien à Alger et, en 1898, j'ai pu distribuer, par l'intermédiaire de la Société d'Horticulture de cette ville, une assez grande quantité de graines provenant de sujets plantés en 1886 au Jardin botanique.

Les rameaux souterrains ou stolons sont, dans cette espèce, longs et nombreux; aussi cet *Agave* se présente-t-il en touffes avec des rosettes de tout âge (fig. 2). Sur chaque sujet, les feuilles sont au nombre de trente à quarante, longues et étroites, rigides et graduellement atténuées en pointe canaliculée, striées de vert sombre sur le dos, et pré-

sentant longtemps une raie large de couleur claire sur la face supérieure. La marge est cornée et porte des épines petites, inégales, crochues, distantes de quelques centimètres; l'épine terminale est brune, vulnérante, canaliculée. Si l'on examine la section de la base de la feuille, elle montre une quantité extraordinaire de gros faisceaux rigides; en écrasant la feuille, on voit apparaître les fibres qui, en nombreux faisceaux, sont noyées dans un parenchyme qui laisse exsuder une matière mucilagineuse très abondante et riche en saponine.

II

C'est autour de San-Luis-de-Potosi que se fait la principale exploitation de la Lechuguilla; l'exportation se fait de Tampico, d'où le nom de crin de Tampico donné au produit.

Le nom de fibres de Tampico est donné à toutes les fibres exportées par ce port. Il y a cependant lieu de distinguer et de réserver, d'après M. Rose ¹, l'expression de « Istle » pour les fibres d'Agave à feuilles courtes (*A. heteracantha*), de « Palma loca » pour les fibres de Yucca, et de « Guapilla » pour les fibres d'Agave à feuilles linéaires (*A. univittata*).

Les Agaves croissent sur des plateaux calcaires à des altitudes de 1.000 à 2.000 mètres; la température y oscille entre 10° et 30°, avec une moyenne de 16° à 20°; les pluies y sont peu abondantes, car aucune céréale n'y vient sans irrigation; la flore qui accompa-

gne les Lechuguilla est surtout composée de petits *Opuntia* très épineux, de *Prosopis*, de *Yucca* et d'autres *Agave* de petite taille. L'exploitation de la fibre de Tampico est faite par des Indiens christianisés ou par des métis appelés Peons, habitant des gourbis. — Cette exploitation est faite d'une manière barbare: les feuilles mûres ne sont pas récoltées seules, les feuilles jeunes du centre sont coupées, elles forment un « Cogollo ». — Cette pointe centrale, formée par la réunion des jeunes feuilles non encore épanouies, est arrachée au moyen d'un bâton muni d'un anneau de fer ou percé d'un trou et nommé *burro*.

Ces Cogollos sont chargés sur le dos et apportés sous un arbre ou sous un hangar. Voici, d'après W.-S. Boolh, comment se fait l'extraction de la fibre.

« Sous de grossiers hangars couverts de feuilles de palmiers, on peut voir les Peons préparant la fibre. Une botte fraîche de Lechuguilla à sa gauche, l'homme s'assied les jambes étendues à côté d'un piquet de bois d'environ 20 centimètres de haut, maintenu solidement en terre et obliquant légèrement à gauche. Une autre pièce de bois carrée de 10 centimètres est fixée sur celle-ci, à quelques centimètres au-dessus du sol. A un centimètre au-dessus de cette tablette, le pieu est troué et reçoit la pointe d'un *tallador* (fig. 3) ou racloir tranchant monté sur un manche de bois que l'ouvrier prend de la main droite. Prenant une feuille et enlevant adroitement les marges épineuses, il place un épi égrené de maïs dans la cavité pour avoir plus de prise; alors, avec les mouvements du *tallador*, la feuille est pressée et raclée par les passages successifs sous la lame, une première face étant ainsi traitée, la feuille est retournée et raclée de l'autre côté, la partie ainsi préparée est enroulée autour de l'épi de maïs et la même manœuvre est répétée sur la deuxième partie de la feuille. Les fibres sont empilées, puis ex-



Fig. 1. — *Agave univittata*.



Fig. 2. — Stolons d'*Agave univittata*.

¹ ROSE: Useful plants of Mexico, in *U. S. national Herbarium*, t. V, n° 4, 1899.

posées au soleil. Dans les haciendas, on emballe ensuite la fibre en ballots de 100 kilos, revêtus de toile grossière, et, par de très mauvaises routes, ce produit est expédié sur San-Luis-de-Potosi et Tampico. »

A Alger, l'*Agave* de Tampico se montre au moins aussi riche en fibres que dans son pays d'origine : avec des feuilles pesant 200 grammes fraîches, en hiver j'obtiens 15 grammes de fibres tandis que dans les exploitations mexicaines le rendement n'est que de 5 %. Les fibres obtenues sont très belles et semblables aux fibres qui sont vendues pour la broserie à 60 francs les 100 kilos.

III

La multiplication de cette plante économique semble très facile, et sa propagation dans les ter-

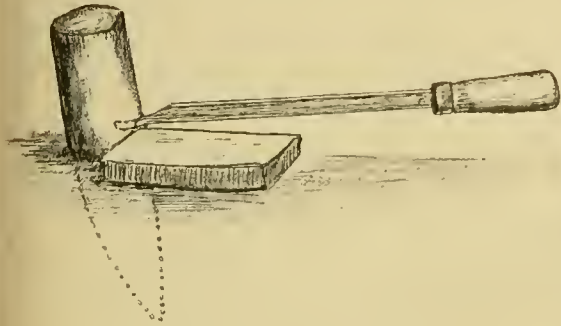


Fig. 3. — Tallador Mexicain.

rains arides doit être une opération productive. On peut admettre que toutes les stations où se trouvent déjà des *Agave* et des *Opuntia* conviennent au Tampico, qui est plus rustique que l'*Agave* ordinaire. Le procédé le plus rapide pour l'obtention d'un grand nombre de sujets sera le semis. La graine germe en quelques jours au printemps; il faudra la semer clair, en ligne, dans une terre sableuse; élevés en planches, ces jeunes sujets pourront avec profit recevoir quelques arrosages pendant l'été; la plante sera plus forte et apte à être transplantée, soit en pépinière, soit en place.

Quand les plantations auront acquis une certaine importance, la multiplication se fera simplement par les très nombreux rejetons que donne chaque souche; ces rejetons pourront être mis en

place dès le début de l'automne jusqu'en avril et mai.

Aucune préparation du terrain n'est nécessaire : dans les pentes rocailluses, sableuses, déboisées, il suffira de suivre les lignes horizontales et de placer les jeunes sujets ou rejetons au moyen d'un coup de pioche; un enfant peut faire cette plantation, et les jeunes bergers indigènes pourraient couvrir le pays d'*Agave* de Tampico si, au lieu de s'endormir sous une broussaille, ils consacraient à ce travail utile quelques heures tous les jours.

Dans un terrain nu comme une dune, il est possible d'établir 5.000 touffes qui, en production, donneront plus d'une tonne de fibre.

Mais cet *Agave* devra surtout être planté dans des terrains irréguliers rocailloux, utilisant pour le mieux les vestiges de terre que la dénudation continue entraîne tous les ans. Ces plantes, disposées en lignes continues et horizontales, auraient pour effet de retenir l'eau et l'humus, et favoriseraient le développement de petites plantes fourragères très importantes, pour le mouton, notamment. Ce n'est qu'après trois ou quatre ans que les premières plantations seront exploitables; il faudra alors couper les feuilles avec une serpette emmanchée longuement ou une sorte de sabre, et les transporter dans une usine; ou les traiter sur place avec le tallador mexicain, ce qui est possible, les feuilles de tampico se laissant très facilement déortiquer. Il est probable que si cette culture s'implante, des usines s'organiseront et achèteront aux indigènes les feuilles récoltées par eux.

Cent kilos de feuilles, pouvant donner 7 kilos de fibres valant de 3 fr. 50 à 4 francs, pourront facilement être payés 1 franc à 1 fr. 50. Les 5 à 600 feuilles nécessaires pour faire 100 kilos sont très vite ramassées. La pulpe des feuilles de la *Lechuguilla* contient en abondance un mucilage riche en saponine qui pourrait probablement être utilisé.

Les *Agave* qui donnent le Tampico et le Sisal peuvent, en Algérie et en Tunisie, occuper des surfaces très importantes et fournir à la métropole des textiles de premier ordre, qui, sur les marchés, sont très demandés et payés des prix élevés.

D^r L. Trabut,

Professeur à l'École de Médecine d'Alger

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Braunmühl (A. von), *Professeur de Mathématiques à l'École Polytechnique de Munich. — Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie. ERSTER THEIL. — 1 vol. in-8° de vii-260 pages. (Prix : 9 marks.) B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1900.*

Dans cette première partie de son ouvrage, M. von Braunmühl embrasse l'histoire de la Trigonométrie depuis l'Antiquité jusqu'à la découverte des logarithmes. Les huit chapitres qui la composent sont écrits avec autant de science que d'érudition. D'ailleurs, les remarquables mémoires publiés antérieurement par l'auteur dans la *Bibliotheca Mathematica* de Stockholm et dans les *Nova Acta* de l'Académie Royale Léopoldine-Caroline d'Iéna, le désignaient tout naturellement pour cette délicate entreprise.

Le mathématicien allemand étudie d'abord les traces de la Trigonométrie chez les anciens peuples de l'Orient. Les documents relatifs à cette période sont rares : le *Papyrus d'Ahmes* nous initie aux laborieux procédés des Égyptiens, et le *Tcheou pei* à ceux, non moins rudimentaires, des Chinois. Puis les géomètres grecs entrent dans la lice. Ils découvrirent des formules semblables aux nôtres pour la résolution des triangles rectilignes et sphériques, mais ils arrivèrent à ce but grâce à des méthodes lentes et détournées, que le grand astronome Ptolémée eut le mérite de simplifier quelque peu. Avec les Hindous, les sinus s'introduisirent dans les calculs; toutefois, leurs plus illustres savants : les Aryabhata, les Brahmagupta et les Bhaskara, dirigèrent plutôt leurs efforts vers les questions d'Algèbre. De leur côté, les Arabes imprimèrent un vigoureux essort à la Trigonométrie. Les perfectionnements qu'ils y apportèrent permirent de nombreuses applications astronomiques. Comme son prédécesseur hindou Aryabhata, et sans doute indépendamment de lui, Al-Batani eut, en effet, la lumineuse pensée de substituer les sinus des arcs aux moitiés des cordes des arcs doubles que les Grecs utilisaient dans leurs calculs. Il découvrit également l'expression fondamentale de la Trigonométrie sphérique, et, sous la dénomination d'*ombre étendue*, il se servit de la tangente dans ses formules gnomoniques. Du 7^e au 16^e siècle de notre ère, les mathématiciens de la Chrétienté perfectionnèrent médiocrement nos connaissances trigonométriques; aussi est-ce avec raison que M. von Braunmühl leur consacre seulement quelques pages.

Avec Régiomontanus (1436-1476), la Trigonométrie moderne commence à prendre corps. Son *De Triangulis planis et sphericis* est le plus ancien traité trigonométrique qu'ait produit l'Occident. L'illustre astronome Copernic apporta également sa pierre à l'édifice; mais c'est surtout à Viète qu'on doit les plus grandes découvertes dans ce domaine. Son *Canon mathematicus* (1579) est un recueil de tables où se rencontre, pour la première fois, en regard de l'angle correspondant, la valeur des sinus, tangentes, sécantes, cosinus, cotangentes et co-écantes, calculées de minute en minute. Dans ses autres livres, il parvint à affranchir la Science des énoncés prolixes précédemment adoptés. Il présenta, sous forme de tableau, les éléments connus et inconnus d'un triangle et constitua de la sorte les formules générales expéditives que nous utilisons journellement.

Telle est, en substance, l'œuvre érudite de M. von Braunmühl, dont nous souhaitons de pouvoir bientôt signaler l'achèvement.

JACQUES BOYER.

Vidal (Cl.). — *Pour la Géométrie euclidienne. Étude critique élémentaire sur les fondements de la Géométrie. — Une broch. in-8° de 37 pages. Croville-Marant, Paris, 1900.*

La brochure de M. Vidal mérite d'être signalée à tous ceux qui s'intéressent aux fondements de la Géométrie. Ils y trouveront une série d'arguments tendant à prouver que la Géométrie euclidienne est la seule admissible. La thèse développée par l'auteur est la suivante : *Il n'y a qu'une Géométrie, la Géométrie euclidienne, parce qu'il n'y a qu'une ligne droite, la droite euclidienne*; selon M. Vidal, cette affirmation n'est d'ailleurs qu'une conséquence naturelle de la définition de la ligne droite par Euclide. C'est dire que l'auteur refuse d'admettre la notion de *droite lobatchefskienne* aussi bien que la *droite riemannienne*, et qu'il conteste les arguments sur lesquels Beltrami et Mansion établissent l'indémontrabilité du postulat d'Euclide.

Nous laissons aux revues spéciales le soin d'examiner en détail le point de vue développé par M. Vidal. Nous devons nous borner à reproduire ici les titres des six paragraphes que comprend cette brochure : Les trois Géométries. — Démonstration du postulat d'Euclide dans la théorie des parallèles; conséquences. — Discussion des arguments sur lesquels se fonde la prétendue indémontrabilité du postulat d'Euclide. — Identité de la droite riemannienne avec une circonférence de grand cercle d'une sphère. — Unité de la Géométrie. Vraie signification des théories non euclidiennes. — Sur quelques définitions de la ligne droite.

2° Sciences physiques

Gerlaud (E.), *Professeur à l'École Royale des Mines de Klausthal* et **Traumüller** (F.), *Professeur au Gymnase Nikolai à Leipzig. — Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. — 1 vol. in-8° de 442 pages avec 425 figures. (Prix : 17 fr. 50.) W. Engelmann, éditeur. Leipzig, 1900.*

Cet ouvrage procède d'une conception nouvelle; ce n'est point une histoire de la science, ni même une histoire de la Physique. Le but des auteurs a été non point tant de donner une image du développement de cette science que d'indiquer avec netteté la filiation des procédés expérimentaux, avec leurs résultats les plus immédiats. De cette façon, le sujet est limité, les considérations trop générales en sont exclues, et si les moyens de la connaissance y sont exposés avec détail, on s'arrête au seuil de la science proprement dite : on ne fait qu'entrevoir le résultat.

Ainsi envisagée, l'histoire perd un peu de son importance philosophique et éducatrice, au moins pour les élèves, auxquels l'ouvrage s'adressera surtout à titre documentaire; mais ceux qui, en Physique, ont atteint la maturité suppléeront aisément par la réflexion aux développements qui n'entraient pas dans le cadre de l'ouvrage. Même ainsi restreinte, l'histoire présente encore un grand intérêt; la disproportion entre les moyens et les résultats dans les périodes créatrices devient très évidente, et on voit nettement apparaître la perspicacité des hommes qui ont su se mouvoir à travers mille causes d'erreurs et dégager de ce fouillis les lois simples sur lesquelles on a ensuite échafaudé la science. Mais cela même doit nous rendre circonspects. Les créateurs, le plus souvent, ont été moins affirmatifs que les élèves. Ceux-ci, supprimant l'indication « tout se passe comme si », que les maîtres conservaient soigneusement, ont pu souvent verser dans la scolastique.

A une certaine époque, un résidu est négligeable; plus tard, il cesse de l'être, et, parce qu'on l'a négligé sciemment, on continue à n'en pas tenir compte, bien plus dangereusement puisqu'on ignore son existence. La découverte de l'argon, plus d'un siècle après que Cavendish avait déclaré qu'il le négligeait pour le moment, restera l'une des preuves les plus éclatantes du tort que cause au progrès de la science l'ignorance dans laquelle la plupart d'entre nous vivent de l'histoire des découvertes. Aussi, quand la brèche est ouverte, on voit le progrès s'accomplir par la suppression de l'opinion toute faite: il se répand à grands flots, comme le prouve la découverte de l'hélium, du néon, du crypton, du xénon, auxquels on n'est arrivé que par la voie du doute créé par l'argon.

Dans l'ouvrage dont nous nous occupons, l'art expérimental est pris depuis ses origines, chez les Babyloniens et les Assyriens, jusqu'au milieu du XIX^e siècle. Les divisions sont celles de l'histoire politique: antiquité, moyen-âge et temps modernes, avec un peu de décalage dans le début de ces périodes. Nous trouvons bien peu de documents sur les premiers peuples, tandis qu'avec les Egyptiens, nous arrivons à connaître le siphon, la balance, le rouleau, alors que la science des Grecs, synthétisée par Aristote, s'élève jusqu'à des principes généraux. Archimède, au III^e siècle avant notre ère, donne les premiers principes de l'Hydrostatique, les lois du levier et le célèbre principe qui porte son nom. L'École d'Alexandrie, à la suite d'Euclide, poursuit l'étude de l'Hydrostatique, invente la pompe à feu, l'orgue à eau, le moulin à vent, et une foule de machines dont le principe a été conservé jusqu'à notre époque.

Le Moyen-Age voit à l'œuvre surlout les Byzantins et les Arabes, et les temps modernes préludent à la renaissance des études scientifiques dans l'Europe occidentale. Les auteurs placent le début des temps modernes de la science au moment où Galilée entre en scène, et rangent encore les précurseurs, Porta, Tartaglia, Léonard de Vinci et Stevin, dans la fin du Moyen-Age scientifique.

A partir de ce moment, la classification adoptée par les auteurs est mixte; ils considèrent une des branches de la Physique pendant une période assez étendue, s'occupent ensuite des autres questions pendant des périodes à peu près équivalentes, et dont le commencement et la fin marquent une époque de grand progrès, montrant ainsi le développement parallèle, et synthétisé en général dans un ou deux chercheurs heureux ou géniaux, de sciences bientôt arrêtées par les difficultés de la technique, ou par le retard relatif des sciences voisines.

Pour la densité, les lois de la chute des corps ainsi que pour le microscope et le pendule, Galilée est l'initiateur. Kepler et Descartes sont rapprochés dans un chapitre, pour des raisons peut-être insuffisantes; les recherches optiques de ce dernier sont indiquées en détail, ainsi que ses expériences moins connues sur le magnétisme et la représentation des lignes de force par des limailles. Il est intéressant de noter ici la découverte, faite par M. Korteweg, d'une lettre de Golius à Constantin Huygens le père, d'où résulte d'une manière définitive que Descartes découvrit la loi de la réfraction tout à fait indépendamment de Snellius.

La période suivante nous donne des travaux d'Otto de Guericke et de Boyle, puis ceux de Torricelli sur la pression des gaz. Nous ajouterions volontiers ici le nom de Pascal, dont les mérites relatifs au baromètre ne sauraient être méconnus sans injustice. Cette période, en somme, développe surtout les idées de Galilée et en revise quelques-unes. A une époque peu ultérieure, Huygens, Leibnitz et Papin introduisent, chacun dans un domaine différent, des idées plus nouvelles.

On a rendu pleinement justice à Leibnitz et à Huygens qui sont considérés, à l'heure actuelle, comme deux des plus puissants génies de tous les temps. Papin, s'il ne peut être placé au même niveau comme grandeur et généralité de la conception, fut cependant un expérimentateur et un inventeur de génie, que les auteurs placent, au point de vue particulier de l'expérience, sur un pied d'égalité avec les deux grands émules de Newton.

Au XVII^e et au XVIII^e siècle, on s'occupa beaucoup du baromètre et du thermomètre, que l'on modifia de mille manières, et, parmi les inventions récentes, il en est peu dont on ne retrouve la genèse dans cette période. Leibnitz et Papin s'occupèrent même du baromètre anéroïde, et correspondirent à son sujet. Puis Amon-ton, d'une part, Fahrenheit de l'autre, apportèrent au baromètre, au thermomètre et à l'anéroïde de grands perfectionnements. Dans la même direction travaillent Réaumur et de nombreux savants qui s'occupèrent de Météorologie.

En Optique, le grand expérimentateur est Newton, dont l'œuvre reste à peu près intacte jusqu'au début du XIX^e siècle, qui découvre pour ainsi dire Huygens. Le milieu du XVIII^e siècle voit les débuts de l'étude systématique de l'Électricité, et, à la fin du même siècle, les découvertes de Galvani et de Volta ouvrent une ère nouvelle. Nous voici dans le plus grand siècle de la Physique, celui de son complet épanouissement. Vue avec un peu plus de recul que nous n'en avons actuellement, son histoire sera glorieuse. Aujourd'hui encore il est trop récent pour que, dans la masse énorme des documents, le tri soit facile. Les auteurs de l'ouvrage dont nous parlons allèguent singulièrement cette tâche en se limitant à l'Électricité, où les travaux d'Ampère, d'Arago, d'Oersted, de Faraday préparent l'avènement du télégraphe et de la machine dynamo-électrique. D'où vient ce choix? Pourquoi n'avoir parlé ni de l'Acoustique, ni de la transmission de la Chaleur, ni de l'Optique, ni de la découverte des grands principes de la Thermodynamique? Nous n'en voyons pas la raison, et n'y rattachons aucune critique, mais le fait devait être signalé.

Les auteurs ont eu l'heureuse idée de reproduire un grand nombre de figures originales, fort intéressantes à examiner de près lorsqu'on aime à se rendre compte des moyens de découverte. Et, si leur ouvrage présente plus d'une lacune, il n'en renferme pas moins des documents nombreux et généralement bien choisis qu'il était utile de rassembler et de publier.

CH. ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

Van't Hoff, J. H. — *Leçons de Chimie physique. Ouvrage traduit de l'allemand par M. Corvisy, professeur agrégé au lycée de Saint-Omer. 3 vol. in-8° (Prix: 23 fr.). — Librairie scientifique Hermann, Paris, 1900.*

La *Revue* a signalé, lors de son apparition, la première partie des *Leçons de Chimie physique*, de Van't Hoff (J.-H.) traduites en français par M. Corvisy. L'ouvrage est actuellement complété par la publication de deux autres volumes relatifs l'un à la *Statique chimique*, l'autre aux *Relations entre les propriétés et la composition des corps*.

Le deuxième volume des *Leçons de Chimie physique*, la *Statique chimique*, est presque entièrement consacré à des questions sur le développement desquelles l'œuvre personnelle de M. Van't Hoff a eu une influence prépondérante. Le problème traité dans ce volume peut se résumer de la façon suivante: La composition chimique élémentaire, telle que la donne l'analyse chimique, ne suffit pas à caractériser un corps; il faut compléter ce résultat par d'autres données, à la connaissance desquelles on arrive en étudiant les corps qui, possédant la même composition chimique, présentent des propriétés différentes. Cette étude conduit à considérer trois cas différents que M. Van't Hoff examine successivement; ce sont: le cas des corps polymères dans lequel on rapporte la variation des propriétés à la grandeur du poids moléculaire, au nombre de molécules chimiques réunies pour former la molécule physique; le cas des corps isomères, dans lequel les différences de propriétés observées pour des corps de même composition élémentaire sont attribuées à des différences dans le

groupement des atomes qui constituent la molécule ; enfin le cas des corps polymorphes, dans lequel on examine les différents édifices cristallins qui peuvent constituer les mêmes molécules.

On sait combien M. Van't Hoff a fait avancer les connaissances relatives à la détermination des poids moléculaires en introduisant la notion de pression osmotique, et en étendant aux systèmes liquides et notamment aux solutions diluées les lois relatives aux systèmes gazeux, telles que la loi d'Avogadro. En ce qui concerne les idées relatives à l'isomérisation, M. Van't Hoff a joué encore un rôle prépondérant dans le développement de la notation stéréochimique et l'étude des relations qui existent entre l'asymétrie moléculaire et les propriétés des corps optiquement actifs; nul n'était mieux désigné que lui pour traiter ces délicates questions.

Le troisième volume des *Leçons de Chimie physique*, est consacré à l'étude des relations qui existent entre les propriétés des corps et leur composition, relations qui sont divisées, comme l'a proposé Ostwald, en relations colligatives (dépendant du nombre de molécules), additives et constitutives (dépendant de la nature des atomes unis dans la molécule et de leur mode de liaison). M. Van't Hoff examine successivement les relations relatives aux propriétés physiques, relations de volume et de pression dans diverses conditions, en tenant compte des équations caractéristiques des corps, températures d'ébullition, températures critiques, chaleurs spécifiques, tensions superficielles, etc., puis les relations relatives aux propriétés chimiques. Cette dernière partie n'est pas d'une clarté parfaite et l'auteur semble le reconnaître lui-même, car il termine son livre par la phrase suivante : « Au commencement de ce travail, nous sommes partis des phénomènes simples de l'équilibre chimique, basés sur les principes de la Physique; nous arrivons maintenant à la fin de notre ouvrage, entouré de relations encore mystérieuses, parmi lesquelles l'instinct merveilleux du chimiste est seul capable de trouver sa voie. »

En tête de chacun des volumes se trouve reproduite la préface de M. Van't Hoff, dans laquelle il justifie la division adoptée en Dynamique chimique, Statique chimique et Relations des propriétés avec la composition; il y résume de la façon suivante le mode d'exposition suivi dans cet ouvrage : « La méthode adoptée est celle que j'ai suivie dans mon enseignement. Elle consiste essentiellement à développer toute loi en partant d'un exemple concret convenablement choisi et traité expérimentalement; l'ensemble des résultats est autant que possible représenté par un graphique; puis viennent la conclusion et enfin les développements théoriques sur la généralité et la portée de cette conclusion. »

Cette dernière partie est souvent moins complète que les premières, et il semble qu'un ouvrage de ce genre gagnerait à contenir une discussion plus serrée de la signification des termes employés, du caractère plus ou moins hypothétique des principes invoqués, en un mot, à développer davantage le côté philosophique de la question.

La lecture des deuxième et troisième volumes des *Leçons de Chimie physique* ne nous semble pas devoir modifier l'impression signalée dans cette *Revue* à propos du premier volume et que nous résumons dans la phrase suivante: L'ouvrage de M. Van't Hoff ne constitue pas un traité didactique complet, mais plutôt la réunion d'une série de conférences sur les points importants de la Chimie physique et particulièrement sur les travaux de l'auteur et de ses élèves. La lecture en est néanmoins des plus instructives et la traduction de M. Corvisy rendra de réels services aux chimistes français.

M. Corvisy a ajouté, à la suite de sa traduction, deux notes intéressantes: l'une sur le volume critique d'après Dieterici, l'autre sur la densité réelle des composés chimiques et la relation de cette densité avec la composition et la structure, d'après Ramonikof. G. CHARPY,

Docteur en sciences.

3° Sciences naturelles

Giglio-Tos (D'Ermanno) Professeur à l'Université de Turin. — *Les Problèmes de la Vie. 1^{re} Partie : La Substance vivante et la Cytodiérèse.* — 1 vol. in-8° de 288 pages. Chez l'auteur, Palais Carignano, Turin, 1900.

Tout biologiste vraiment digne de ce nom, c'est-à-dire désireux de rapporter à leurs véritables causes les phénomènes de la matière vivante et d'en pénétrer le mécanisme intime, éprouvera un sentiment bien naturel de curiosité et le vif désir de le satisfaire, en voyant l'annonce d'un ouvrage sur *les problèmes de la vie*. Sa curiosité et son désir de lire iront grandissant s'il lui est donné de connaître le sommaire ou seulement l'en-tête des chapitres de ce livre. L'assimilation et la reproduction — la biomolécule et ses développements — la physiologie de la biomolécule — le biomore — le bioplasma, la biomonade et la cellule — la cytotiérèse — les lois rationnelles de la cytotiérèse — les problèmes analytiques de la cytotiérèse — les problèmes complexes de la cytotiérèse; tels sont les titres de chapitres. Un ouvrage dont la matière est à telles enseignes vaut plus qu'une simple présentation et a besoin d'une analyse détaillée.

Mais écoutons d'abord la profession de foi scientifique de l'auteur. Convaincu, dit-il dans sa préface, que la Biologie spéculative actuelle s'achemine vers la téléologie, il veut la remettre, si possible, sur la route que doit suivre une science vraiment positive. La nature ne nous cache rien, et nous présente, au contraire, tous les moyens nécessaires pour dévoiler ses mystères. Point n'est besoin de forces spéciales pour la solution des questions biologiques, et l'application des principes généraux des phénomènes de la matière brute suffit à l'interprétation des manifestations fondamentales de la vie. Les merveilleux phénomènes vitaux ne sont que les conséquences naturelles de phénomènes chimiques, physiques et mécaniques, et de même que les phénomènes météorologiques, avec leur apparente complexité, relèvent d'une seule cause fondamentale, la chaleur solaire, de même on peut ramener à des causes simples les processus vitaux les plus compliqués, si l'on en analyse toutes les conditions exactement et avec une rigueur mathématique.

Avec une rigueur mathématique! C'est-à-dire que les phénomènes vitaux, étant admis qu'ils ne sont pas d'essence propre et sont réductibles à des actions physico-chimiques, doivent être étudiés comme autant de questions mécaniques, et mis en problèmes: les problèmes de la vie. Exemple: Si les surfaces planes de deux corps rigides et fixés sont parallèles entre elles et tangentes à la cellule pendant la cytotiérèse, quelle est la direction du plan de division, celle-ci étant inégale? Le problème ainsi posé mathématiquement et résolu de la même façon, les biologistes auront d'autre part et ensuite à vérifier expérimentalement le résultat. Cette vérification n'est cependant pas essentielle; elle ne saurait en tout cas remplacer la détermination mathématique des conditions du phénomène. Il serait très fâcheux qu'une question cellulaire fût seulement débattue sur le terrain expérimental; car, ne connaissant pas exactement la valeur des actions qui s'exercent sur la cellule, le Biologiste serait tenté d'invoquer, comme on l'a si souvent fait, des forces hypothétiques, des agents mystérieux, conduisant la matière vivante en dépit de toutes les lois mécaniques.

Tel est l'aspect général du livre.

Voici maintenant le contenu essentiel des divers chapitres.

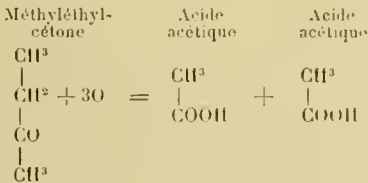
Dès l'introduction, l'auteur prend position en annonçant l'interprétation qu'il donnera dans son premier chapitre des deux phénomènes fondamentaux de la vie: l'assimilation et la reproduction. L'assimilation, affirme-t-il, est un phénomène chimique, exclusivement chimique, qu'on ne peut songer à expliquer par une pro-

priété physique telle que la structure morphologique. La cause intime de l'assimilation, comme celle de tout phénomène chimique, est donc à chercher uniquement dans la constitution chimique de la matière vivante. « La bio-molécule » ou molécule vivante! voilà la base de l'assimilation... »

Rappelons que le point de vue de Rumbler et d'autres cytomécanciens est tout différent, que pour eux l'assimilation est un phénomène purement physique, dépendant seulement de l'état d'agrégation de la substance vivante, et nullement influencé par la composition chimique de cette substance, et que, d'une façon plus générale, la constitution physique de la matière vivante seule importe à considérer pour l'explication des phénomènes de la vie.

Dans le chapitre I^{er}: *L'assimilation et la reproduction*, l'auteur rappelle quels sont les changements chimiques de la matière: substitution, addition, dédoublement, etc. Puisque la substance vivante ne contient pas un seul élément qu'on ne retrouve chez les autres composés bruts, puisque l'explication des phénomènes chimiques vitaux ne peut être fondée sur des changements qui ne rentrent pas dans les types ci-dessus mentionnés des changements chimiques de la matière, on doit se demander si ces changements sont suffisants pour permettre une interprétation des phénomènes vitaux fondamentaux, de l'assimilation, et de la reproduction qui n'est qu'une conséquence de la première. Contrairement à la plupart des biologistes, l'auteur répond affirmativement.

Une molécule de méthyléthylcétone, sous l'action de l'oxygène, se dédouble en deux molécules d'acide acétique :



De même, un microcoque, qu'on peut supposer réduit à une seule molécule, à une biomolécule, par une série de mutations chimiques, change sa constitution et est devenu capable de se dédoubler en deux molécules égales entre elles et identiques à la molécule primitive. Si l'on désigne par *a* l'état premier du microcoque ou de sa molécule, par *M* son état secondaire après la série des mutations successives, on peut exprimer par le schéma suivant le cycle vital du microcoque :

$$a \dots M = a + a.$$

Il y a ici, on le voit, deux phénomènes : 1° dédoublement de la molécule primitive *a* qui s'est transformée en *M* en deux autres molécules *a*, c'est-à-dire qu'il y a une véritable reproduction ; 2° une transformation de la molécule *a* en *M* par une série de mutations chimiques particulières, pendant lesquelles la molécule *a* a doublé le nombre de ses atomes; ce dernier phénomène est l'assimilation, dont le premier, la reproduction, n'est que l'effet final. La ressemblance est parfaite, pour ce qui concerne l'acte reproducteur de la molécule chimique et de la biomolécule. Elle est à première vue bien moins évidente pour ce qui est de l'autre acte, celui de la transformation chimique ou de l'assimilation vitale; mais elle le devient par la considération suivante: c'est qu'on peut transformer les deux molécules d'acide acétique formées en deux molécules de méthyléthylcétone, par l'action successive du perchlorure de phosphore, du zinc-éthyle et de l'oxygène, véritables aliments que la molécule d'acide acétique utilise tout comme la molécule vivante, et qu'elle assimile pour sa transformation en molécule de méthyléthylcétone.

L'auteur conclut donc : que l'assimilation et la reproduction sont, en dernière analyse, deux phénomènes chimiques. Puisque ces mêmes phénomènes

peuvent être produits artificiellement chez des corps qui ne sont pas vivants, point n'est besoin pour les expliquer d'une force spéciale; les actions de l'affinité chimique, qui produisent les changements de la matière brute, suffisent à l'explication. L'auteur, après s'être demandé pourquoi la molécule d'acide nitrique n'est pas vivante, elle aussi, quoique capable d'assimiler et de se reproduire, en donne la raison : c'est tout simplement parce que les conditions de son existence ne sont pas réalisées, ni peut-être réalisables, dans la Nature. Il est aussi amené à examiner les conditions nécessaires pour la vie.

La biomolécule et ses développements, tel est le titre du chapitre II. Le développement biomoléculaire est donné par le diagramme :

$$a \dots b \dots c \dots d \dots M = a + a.$$

Puisque la biomolécule *a* s'est régénérée identiquement par son dédoublement final, c'est là un développement *autogénétiq*ue. Le développement *homogénétiq*ue est celui où une biomolécule *a'* se dédouble en deux molécules *e'*, *e'*, semblables entre elles, mais différentes d'elle :

$$a' \dots b' \dots c' \dots d' \dots M' = e' + e'.$$

Au bout d'un certain nombre de développements homogénétiq

$$a'' \dots b'' \dots c'' \dots d'' \dots M'' = e'' + e''.$$

Dans ce développement hétérogénétiq

Tous ces modes théoriques de développement devaient être prévus pour suffire aux évolutions si diverses de la matière vivante.

Dans le chapitre III, *Physiologie de la biomolécule*, l'auteur, grâce à la précision de son point de départ, peut rectifier un certain nombre de conceptions physiologiques, telles que celles de la respiration, de la fonction chlorophyllienne, de la sécrétion. La respiration est une oxydation et non une combustion; elle ne se décompose pas en deux actes nécessairement liés l'un à l'autre par un lien de conséquence: la fixation de l'oxygène, qui est une véritable assimilation, et le dégagement d'acide carbonique, qui est une désassimilation, sont dans une indépendance relative l'un vis-à-vis de l'autre, et sont successifs et non pas nécessairement dépendants. De même, la fonction amylogène, qui produit l'amidon, ne dépend pas nécessairement de la fonction chlorophyllienne, qui fixe le carbone atmosphérique; car les organismes dépourvus de chlorophylle peuvent former des substances amyloides, et d'autres, qui possèdent de la chlorophylle ou de la bactério-purpurine, sont par contre incapables de produire des hydrates de carbone; aussi ne doit-on pas dire que le chlorococcite agit simplement par action de présence, mais bien qu'il se modifie pour donner lieu à l'amidon, puisque tous les atomes constituants de l'amidon préexistent dans la biomolécule avant que celle-ci sécrète l'amidon. — On trouvera dans ce chapitre plusieurs définitions et distinctions utiles. Ainsi, dans les réactions chimiques de la matière brute, on peut distinguer les

éléments indispensables, nécessaires et utiles, et la même distinction se retrouve dans les phénomènes chimiques de la matière vivante. D'autre part, il y a lieu de séparer les substances qu'on comprend sous la dénomination très large de produits de sécrétion, en deux catégories au moins : les éléments de refus, et les éléments de désassimilation.

Au chapitre IV, apparaît le *biomore*, particule vivante qu'il est nécessaire de concevoir et d'admettre, puisque la matière vivante est une émulsion. Ce biomore est composé de biomolécules qui y sont déposées d'une façon déterminée, de même que les molécules d'une substance cristalline, et y sont soumises à une attraction réciproque. A l'intérieur du biomore, les biomolécules sont unies par le lien physiologique d'une étroite symbiose moléculaire; elles se réunissent les unes les autres et de telle sorte que le produit de sécrétion de l'une devienne un aliment de l'autre, et réciproquement. Il résulte de là l'existence d'un milieu interne biomorique, produit et utilisé par les biomolécules, grâce auquel celles-ci échappent dans une certaine mesure aux conditions extérieures de la vie.

Dans le chapitre V, l'auteur nous présente successivement le bioplasma, la biomonade et la cellule. Le bioplasma est la substance vivante, formée de biomores quelle que soit la nature de ceux-ci; les biomores sont immergés dans un liquide interbiomorique. On ne doit pas comprendre dans le bioplasma les parties non vivantes, telles que l'amidon, la cellulose, etc.

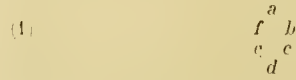
[Cette manière de voir sur l'amidon et d'autres corps de la substance vivante, sans être en contradiction formelle avec l'idée que nous en donne l'auteur au chapitre III, est cependant assez inattendue; car on aurait rangé plutôt l'auteur parmi les biologistes qui font vivre l'amidon dans la cellule vivante que parmi ceux qui n'en font qu'un corps inerte]. Quelques remarques suivent sur l'existence des structures fonctionnelles du bioplasma, structures caractéristiques d'autant d'états physiologiques différents. [Cette notion, très importante, était déjà dans la science.] A citer aussi la notion de la probiose, c'est-à-dire de la vie antérieure d'organismes précédents, qui ont préparé aux suivants un milieu favorable (ex. : formation de l'humus, de la bouille, alimentation des animaux carnivores qui suppose l'existence d'herbivores lesquels à leur tour supposent des végétaux).

Tout système symbiotique de biomores forme une biomonade ou unité vivante. De ces biomonades, les unes sont incomplètes, c'est-à-dire incapables de se régénérer par elles-mêmes, même partiellement (œuf non fécondé, spermatozoïde); les autres sont complètes (œuf fécondé), capables de se reproduire.

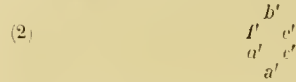
La cellule est une biomonade à bioplasme différencié, formé de biomores dissemblables, ceux du noyau, du cytoplasme, du centrosome, etc.; elle est avant tout caractérisée par ces biomores de nature chimique spéciale dont l'ensemble forme le noyau.

L'étude du phénomène essentiel de la cytodièrese forme la matière du chapitre VI. Le point crucial du raisonnement est le suivant. Il ne peut y avoir de différence fondamentale entre la division d'une molécule et celle d'une particule visible, telle qu'un biomore, puisque la molécule a non seulement la qualité chimique, mais encore la forme. De même ce qu'on dira des biomolécules, composants de la particule du biomore, pourra s'appliquer aux biomores, composants de la biomonade, de la cellule. La division de la biomolécule est donc le phénomène élémentaire de la division cellulaire.

C'est l'orientation des atomes qui est la cause efficiente de la division des molécules et spécialement des biomolécules, parce qu'elle seule peut donner lieu à un nouveau groupe d'atomes, c'est-à-dire à une molécule nouvelle. De même pour le biomore et sa division. Soit un biomore A, et soit la situation de ses biomolécules constitutives, à l'instant même de leur naissance, donnée par le schéma (1) :



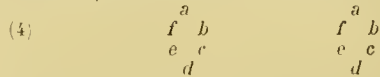
Dès que le développement commencera, leur constitution chimique changera, et, comme leur arrangement est en étroite dépendance de leur constitution, on obtiendra une disposition nouvelle telle que celle-ci (2) :



Si l'arrangement (2) est celui qu'offre le biomore au moment de la division des biomolécules, et si le développement de celles-ci a été autogénétique, c'est-à-dire si la biomolécule a' reproduit deux fois la molécule primitive a , on obtiendra :



Puisque les molécules du schéma (3) sont de même nature chimique que celles du schéma (1), elles prendront la même disposition réciproque qu'en (1), et comme leur nombre est à présent double, leur orientation sera double aussi et amènera nécessairement la division du biomore. Le biomore (3) se divisera donc en deux biomores semblables au biomore (1), comme dans le schéma (4) :



De même que la division du biomore résulte fatalement de l'orientation des biomolécules, de même, la division des biomonades et des cellules succède inévitablement à l'orientation complète des biomores. L'auteur nous fait assister, par ses figures 1 et suivantes, à cette orientation de plus en plus complète des biomores, qui s'effectue au cours des étapes successives de la cytodièrese. Il explique ou pense expliquer de cette façon tous les détails du processus cytodièrese, par le jeu de l'orientation des biomores au sein de la cellule. Combien souvent ces biomores sont des mationnettes, dont l'auteur tire le fil pour les conduire où il veut et où il faut, c'est ce que le lecteur pensera certainement plus d'une fois, notamment quand il verra comment l'orientation des biomores (fig. 17 et 18) doit expliquer l'éloignement des chromosomes et la formation des étoiles-filles.

Dans ce chapitre, il y a beaucoup de points de vue très intéressants et dont nous songerons d'autant moins à contester l'exactitude que nous les avons nous-même toujours admis. Telle est l'existence éphémère des structures de la division cellulaire (asters par exemple), dont la forme varie et disparaît, mais dont la matière demeure. Telle est l'opposition nette établie entre la période assimilatrice et la période de division de la cellule.

Dans les chapitres VII, VIII et IX enfin, l'auteur déduit d'abord de son interprétation générale de la cytodièrese, ce qu'il appelle les *lois rationnelles de la cytodièrese*, c'est-à-dire des lois qui ne découlent pas de l'observation, mais qui sont une conséquence mathématique. Il n'en énonce pas moins de 28. La formule de ces lois est empruntée à la donnée empirique (ex. : le spirème est l'indice du commencement de la division du noyau), mais l'auteur la présente toujours comme un résultat mathématique de l'orientation des biomores, comme corollaire de sa proposition fondamentale.

Vient ensuite dans le chapitre VIII les *problèmes analytiques de la cytodièrese*. Après avoir supposé, dans le chapitre précédent, des conditions idéales pour l'accomplissement de la cytodièrese, l'auteur analyse les effets des conditions naturelles où le phénomène s'ac-

complis, leur influence sur le schéma général du processus cytodierétique, dans un certain nombre de problèmes dont le type général est le suivant : Etant donnée telle condition particulière nouvelle, en quoi le phénomène en sera-t-il modifié ? Il y a ainsi un problème pour l'action de la position des corpuscules centraux sur la direction de la cytodierèse, un autre pour l'action de la pesanteur sur cette même direction, un troisième pour l'influence des obstacles mécaniques extérieurs, un autre pour l'action des obstacles mécaniques intérieurs, des substances brutes de la cellule, etc. Toutes ces conditions diverses sont étudiées mathématiquement à l'aide de constructions géométriques et de formules algébriques.

Éclairé par l'étude analytique de ces diverses conditions, l'auteur peut enfin aborder, dans le chapitre IX, l'étude des *problèmes analytiques de la cytodierèse*, dont la complexité est en effet très grande dans la nature et demande chaque fois une connaissance exacte des conditions particulières réalisées dans le cas qu'on se propose d'examiner. Il pose et résout quelques-uns de ces problèmes complexes tels que la détermination de la direction des plans de segmentation dans les divers types d'œufs se développant naturellement, dans les œufs comprimés artificiellement, etc.

Ainsi est amenée tout naturellement la seconde partie de cet ouvrage, qui paraîtra plus tard et sera intitulée : *l'Ontogénèse et ses problèmes*.

Tel est le livre de Giglio-Tos. Très fortement pensé, très logiquement conduit, il est fort bien écrit, et par là d'une lecture facile, malgré la difficulté du sujet traité.

Jamais, ce semble, une théorie générale de la vie n'avait serré d'aussi près la matière et jamais, bien que l'idée d'une interprétation physico-chimique eût germé et même pris forme dans le cerveau de bien des Biologistes, sinon de la plupart des Biologistes actuels, cette idée n'avait pris une forme aussi précise que dans ce livre. Jamais surtout on n'avait si peu senti l'effort de l'application d'une théorie matérialiste à l'explication des phénomènes de la vie, jamais par conséquent une théorie générale de la vie n'avait eu autant de naturel et de vraie simplicité.

L'auteur a cru devoir ne pas s'en tenir à l'interprétation générale de la vie, et à voulu expliquer des phénomènes vitaux particuliers, aujourd'hui les phases de la cytodierèse, demain les processus de l'ontogénèse, en les présentant comme autant de conséquences, logiquement et mathématiquement déduites de sa proposition générale, comme autant de lois rationnelles. Ce n'est jamais sans quelque appréhension que l'on voit une belle théorie générale se risquer au milieu des écueils sans nombre que lui offrent les faits particuliers; ou, pour me servir d'une autre image, c'est en tremblant qu'on la voit descendre, elle qui était faite pour être placée très haut parmi les réalités de l'observation, au risque de se heurter et de s'abîmer contre l'une d'elles. Dans les sciences dont l'objet est accessible à nos sens, le danger que court l'idée n'est pas dans son envolée géniale ni dans le soleil qui peut la brûler, mais dans la redescende sur terre parmi les données empiriques qui peuvent la briser.

Actuellement, du reste, l'essai d'une théorie générale par les faits est-il suffisamment probant de sa solidité ? Si la théorie résiste à l'examen des faits, cela ne tient-il pas à ce que les faits eux-mêmes résistent encore en partie à l'examen, à ce que leur forme est encore assez vaguement connue pour que, vus d'un peu haut, ils paraissent coïncider avec toute théorie bien faite, comme l'est celle-ci ? Toute théorie générale de la vie n'est-elle pas dès lors comme un article de foi, qui parfois, comme ici, a pris pour nous séduire la forme d'un raisonnement admirable, et qui appartient comme ici à une religion scientifique séduisante, qu'on est heureux de voir si bien défendre et qu'on est heureux aussi de partager ?

D'ailleurs, je ne veux pas faire croire que l'auteur a cherché à éprouver, comme d'autres biologistes, sa

théorie par les faits, qu'il a mis comme d'autres en formules mathématiques les données de l'observation. Son procédé est plutôt inverse. Il établit des principes : la nature chimique de la biomolécule, par suite ses changements et son orientation. De ces principes il tire les conséquences logiques qu'ils comportent (lois rationnelles) ; avec ces principes il résout des problèmes (problèmes de la vie). L'énoncé de ces lois, l'idée de ces problèmes lui sont fournis par l'empirisme, et sont exprimés dans le langage de l'observation microscopique. Mais là est le seul emprunt qu'il fasse à l'observation. Ses lois, ses problèmes peuvent et doivent se passer de la vérification et de la solution empiriques. Il se contente de signaler çà et là, non sans satisfaction, la coïncidence du raisonnement et de la donnée expérimentale. L'auteur, qui est biologiste de profession, a voulu et su oublier qu'il était expérimentateur, pour pouvoir raisonner librement sur les phénomènes de la vie ; il a fait ainsi manœuvre en sens inverse.

Il faut tenir compte de ce sens inverse de la recherche scientifique et considérer que l'explication d'un phénomène particulier vient du point opposé à celui d'où nous le regardons habituellement, nous autres biologistes expérimentateurs et observateurs, pour ne pas accabler d'un « voilà pourquoi votre fille trouve dans ce livre pour la formation du spirème et pour d'autres phénomènes caryocinétiques. Si chacun de nous, en effet, avait voulu donner à ce phénomène une apparence de précision, nul doute qu'en partant du fait particulier il ne soit arrivé à une explication analogue, sur la valeur réelle de laquelle il ne se serait pas cependant fait illusion. Mais, encore une fois, le mérite de ces interprétations de Giglio-Tos est tout dans leur origine, et non pas dans leur nature, dans leur valeur intrinsèque.

C'est dire que ce sens inverse du raisonnement fait à l'auteur le plus grand mérite, car il est presque une innovation, qu'un esprit très original seul pouvait réaliser. Mais les théories, qui donnent du mérite à la personne, sont moins généreuses malheureusement envers la science impersonnelle ; et trop souvent, après elles, il ne reste plus qu'à dire d'elles et de leurs auteurs : *Se non e vero, e bene trovato* ; un reproche que le plus humble fait bien observé, n'en court pas, et un compliment que les plus belles théories, telles que celle-ci, font venir sous la plume, en attendant leur vérification expérimentale.

A. PRENANT,
Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine
de l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Saint-Hilaire (Dr Etienne). — *La Surdi-Mutité. Etude médicale.* — 1 vol. in-8° de 300 pages. (Prix : 40 fr.). Maloine, éditeur. Paris, 1900.

La surdi-mutité est un des points de la Pathologie dont la bibliographie est la plus riche : car elle n'intéresse pas seulement les auristes ; elle a provoqué aussi de nombreux travaux de l'école neurologique, pour qui elle constitue au plus haut point un effet de la dégénérescence nerveuse ; enfin, au titre d'infirmité sociale, elle a excité l'intérêt des économistes et des philanthropes : d'où résulte que peu de sujets ont fait naître plus d'études et de controverses. Malheureusement, chaque auteur qui écrit sur cette question, s'efforce surtout de réunir les arguments qui appuient ses opinions personnelles, de sorte que celui qui, ignorant de la question, en voudrait prendre une idée complète et impartiale, serait embarrassé de trouver dans la littérature française moderne un livre capable de le satisfaire à ce point de vue. Cette regrettable lacune vient d'être fort heureusement comblée par le docteur Saint-Hilaire, qui nous donne aujourd'hui une excellente mise au point d'ensemble de la surdi-mutité. Il la traite

en médecin impartial, laissant au lecteur le soin de juger la valeur des opinions contradictoires si souvent mises en présence ; tout au plus guide-t-il discrètement notre choix en nous montrant ce que lui a appris son expérience dans l'Institut départemental d'Asnières, qu'il dirige.

En 1893, le Conseil général de la Seine fondait à Asnières « l'Institut départemental de Sourds-Muets et Sourdes-Muettes ». L'intérêt majeur de cette œuvre était qu'une formule nouvelle était mise en action. Cet établissement fut rattaché à la Direction de l'Enseignement primaire, au lieu de dépendre, comme ses analogues, de la Direction de l'Assistance publique : ainsi le Conseil général montrait que les sourds-muets doivent être considérés non pas comme des infirmes à secourir, mais comme des enfants à élever.

C'est surtout en Danemark et en Allemagne que la surdité-mutité a été étudiée, les travaux français sur ce sujet se bornant le plus souvent au seul exposé de son traitement pédagogique. Cependant, dans la statistique, la France arrive en assez bonne place avec 58 sourds-muets par 100.000 habitants. Aux conseils de révision, le nombre des jeunes gens exemptés pour surdité-mutité a subi, de 1873 à 1890, une progression constante : de 9,82 pour 10.000 examinés, il est arrivé à 14,23. Fort heureusement, cette progression ne s'est pas maintenue, et ce chiffre est retombé, en 1898, à 6,95. Le maximum des réformes prononcées pour cette cause se voit en 1889-1890. Il correspond à la génération des enfants conçus pendant la guerre. Les épidémies, la misère et les chagrins s'associèrent pour faire porter aux enfants de cette époque une forte somme de tares de dégénérescence : et ce qui vient à l'appui de cette hypothèse, c'est que le maximum des sourds-muets se montrait, il y a dix ans, dans les départements français ravagés par l'invasion prussienne. On peut dire qu'aujourd'hui la surdité-mutité tend à décroître en France, sauf dans quelques départements : telle la Nièvre, car c'est surtout en cette région que sont envoyés en nourrice les enfants trouvés de Paris ; une fois élevés, ils s'y établissent, se marient entre eux et associent ainsi les tares de dégénérescence dont ils sont abondamment pourvus.

Contrairement à l'opinion de la majorité des auteurs étrangers, le Dr Saint-Hilaire, observant la population de l'Asile d'Asnières, arrive à cette conclusion que la proportion des surdi-mutités congénitales y est presque égale à celle des surdi-mutités acquises ; et, surtout en ce qui concerne ces dernières, que les garçons sont beaucoup plus souvent atteints que les filles.

L'hérédité directe de la surdité-mutité est rare : 1 pour 150 sourds-muets est issu de parents sourds-muets ; et, inversement, sur 15 ménages de sourds-muets ayant un total de 50 enfants, on ne note à Asnières qu'un seul enfant sourd-muet.

Mais si l'on recherche chez les parents des sourds-muets la surdité simple, on la retrouve beaucoup plus souvent : 10 fois sur 100 d'après le Dr Saint-Hilaire.

La surdité-mutité, nous dit l'auteur, est, en raison de l'épilepsie, de la méningite, etc., notée chez les ascendants, une maladie à localisation nerveuse, une tare qui doit être rangée parmi les membres de la « Famille névropathique » telle que l'a définie Féré. Les stigmates somatiques de la dégénérescence, qui ont été constatés maintes fois chez les sourds-muets, sont encore une preuve de la nature névropathique de cette affection. Ce sont les anomalies de développement trouvées par Scheibe dans l'oreille interne, qui sont habituellement la cause de la plupart des cas de surdité-mutité de naissance ; en outre, la faiblesse congénitale explique pourquoi les maladies infectieuses frappent volontiers l'oreille interne et produisent la surdité-mutité acquise.

La fréquence remarquable de la surdité-mutité chez les enfants nés de parents consanguins a, pour la première fois, été mise en lumière par P. Ménière, en 1836. Les observations personnelles du Dr Saint-Hilaire confirment de tous points cette donnée classique. Dans

la population de l'Institut d'Asnières, il trouve que 9 % des sourds-muets congénitaux sont nés de mariages consanguins, tandis que cette proportion tombe à 4,4 % chez les sourds-muets acquis. La surdité-mutité congénitale est en effet l'expression d'une dégénérescence intense, dont la cause est le plus souvent, dans le département de la Seine tout au moins, l'alcoolisme des ascendants : et dans les cas où l'ouïe est perdue après la naissance, presque toujours on trouve comme cause occasionnelle de sa disparition une méningite ou des convulsions. La tuberculose est également très fréquente chez les parents des sourds-muets, à ce point que le Dr Saint-Hilaire la note 26 fois sur 100.

Soixante pour cent des sourds-muets acquis sont porteur de végétations adénoïdes du naso-pharynx ; proportion énorme, puisque, chez les enfants normaux, ces végétations ne se montrent que 20 fois sur 100 : ce n'est pas à dire que cette hypertrophie de l'amygdale pharyngée puisse amener une surdité suffisante pour créer la mutité : mais elle a pour effet de favoriser la localisation sur l'oreille des maladies infectieuses.

Le chapitre qui traite de l'anatomie pathologique de la surdité-mutité a été étudié avec un soin remarquable : l'auteur a compulsé toutes les autopsies de sourds-muets et en a réuni les données en un tableau qui témoigne de sa grande érudition.

Plus loin, la symptomatologie est présentée. La méthode de Bezold, qui fait l'examen de l'ouïe avec la série continue des sons, est, d'après le Dr Saint-Hilaire, la meilleure méthode d'examen des sourds-muets que l'on connaisse actuellement. Elle montre que, sur les deux octaves d'une audition normale, les sourds-muets ont soit des trous, soit des îlots auditifs ; et elle démontre que la surdité totale est extrêmement rare chez les sourds-muets congénitaux. Son grand mérite a été d'avoir mis en lumière ce fait, que plus d'un tiers des sourds-muets sont capables d'apprendre à parler par l'utilisation de ce qui leur reste d'audition.

Un autre avantage précieux de la méthode de Bezold est celui-ci, qu'elle évite au professeur tout tâtonnement et lui permet de discerner à coup sûr, à l'avance, ceux des sourds-muets qui sont capables de profiter d'un enseignement acoustique. « Tous les sourds-muets dont le champ des restes auditifs persistants embrasse les tons allant de B¹ à G² sont capables de percevoir, par l'ouïe, les sons articulés, et peuvent par conséquent apprendre à parler. »

Il serait trop long de poursuivre cette analyse à travers les chapitres de diagnostic, de pronostic et de traitement qui terminent cet excellent livre : insistons seulement sur quelques intéressantes notions que nous fournit l'expérience de l'auteur.

Soixante pour cent des sourds-muets sont adénoïdiens. Le curetage du naso-pharynx peut-il améliorer leur condition ? Le Dr Saint-Hilaire l'a pratiqué chez 97 enfants de l'Institut d'Asnières : 3 seulement ont eu l'ouïe sensiblement améliorée. Cependant, à tous cette inoffensive intervention a été utile, non pas au point de vue auditif, mais en améliorant l'état général, en rendant la respiration plus ample et en modifiant heureusement le timbre de leur voix.

Voici une autre remarque intéressante, et qui montre chez les sourds-muets un stigmate somatique de dégénérescence non encore signalé : « Les garçons de l'Institut d'Asnières portent des habits confectionnés à la Belle-Jardinière. Le coupeur de cet établissement fut surpris, après avoir pris ses mesures, de l'extrême longueur des manches de nos élèves. Il revint à Asnières, reprit ses mesures, et constata que 53 % de ces enfants ont les bras plus longs que les entendants-parlants de la même taille. »

Tel est ce livre dont on peut dire que ceux qui veulent se mettre au courant de la question de la surdité-mutité, pleine de problèmes sociaux, doivent avant tout commencer par le lire. A peine est-il paru, et bientôt il sera classique.

Dr MARCEL LERMOYER.
Médecin des Hôpitaux de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Février 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Rossard a observé, à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Toulouse, les variations d'éclat de la planète Eros; la période de celles-ci paraît être de 2 h. 22. — M. Ch. André a fait des observations analogues; il en déduit qu'Eros constitue un système double, formé de deux astéroïdes, dont les diamètres sont à peu près dans le rapport de trois à deux. Le phénomène de variabilité périodique d'Eros ne sera que temporaire. — M. C. Guichard, étudiant la déformation du paraboloidé quelconque, arrive au résultat suivant: Si l'on connaît une déformée du paraboloidé, on peut en déduire trois autres. — M. A. Hurwitz montre qu'on peut résoudre d'une manière très simple, par l'emploi des séries de Fourier, le problème classique des isopérimètres: Déterminer, parmi les courbes fermées de périmètre donné, celle qui enferme une aire maximum. — M. R. Alezaïs étudie des fonctions de deux variables, signalées par M. Picard, qui présentent la plus grande analogie avec les fonctions modulaires elliptiques. — M. H. Poincaré indique une forme nouvelle des équations générales de la Mécanique, à laquelle il a été conduit par l'étude du mouvement de rotation d'un corps solide creux dont la cavité est remplie de liquide. — M. P. Duhem étudie la propagation des ondes dans les fluides visqueux, et montre qu'en général il ne peut s'y produire aucune onde se propageant avec une vitesse finie.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Becquerel a constaté que le rayonnement du radium, contenu dans une petite cuve en plomb, traverse le fond de celle-ci et impressionne deux ou trois épaisseurs de plaques photographiques. Si l'on interpose entre la cuve de plomb et les plaques quelques lames métalliques, on constate, au-dessous de celles-ci, une impression beaucoup plus forte; ces lames sont donc le siège d'une radio-activité secondaire; elle est très forte, mais moins pénétrante que le rayonnement direct. — MM. A. Hébert et G. Reynaud ont étudié l'absorption spécifique des rayons X par les sels métalliques. Dans la série des nitrates, l'absorption est d'autant plus forte que le poids atomique du métal combiné est plus élevé. — M. L. Malassez présente un nouveau modèle d'oculaire à glace micrométrique offrant sur les modèles courants l'avantage que, dans la mise au point, les lentilles restent à la même distance l'une de l'autre, de sorte que la combinaison optique de l'oculaire n'est pas modifiée. — MM. H. Moissan et P. Lebeau, en faisant réagir le fluor sur l'anhydride sulfureux ou sur l'hydrogène sulfuré humide, ont obtenu un nouveau corps gazeux, le fluorure de sulfuryle, SO_2F_2 , très stable. Il se liquéfie à -52° et fond à -120° . Il n'est pas décomposé par l'eau à la température ordinaire; il est décomposé par la potasse aqueuse ou alcoolique. Pour en faire l'analyse, on le décompose au rouge par la vapeur de sodium. — MM. A. Haller et G. Blanc, en traitant l'éther cyanomalonique sodé par le nitrate d'argent, ont obtenu un dérivé argentique qui, chauffé avec les iodures alcooliques, fournit les éthers alkylcyanomaloniques: $\text{CAz. C(R)(CO}^2\text{C}^2\text{H}^3)^2$. Ces éthers, traités par HCl à chaud, sont saponifiés avec élimination de CO^2 . Il se forme AzH^3Cl , $\text{C}^2\text{H}^3\text{OH}$ et les acides $\text{R. CH}^2. \text{CO}^2\text{H}$. Les éthers, traités par la potasse, donnent les mêmes acides cyanés. — MM. E. Jungfleisch et E. Léger ont comparé l'hydrocinchonine, obtenue par Caventou et Willm dans l'oxydation de la cinchonine, avec la cinchoniline qu'ils ont isolée des produits de l'action de l'acide sulfureux sur la cin-

chonine. Ces deux corps sont absolument semblables; ils possèdent les mêmes sulfates et chlorozincates, avec les mêmes formes cristallines. — M. P. Cazeneuve, en faisant réagir l'acétate d'argent sur l'urée de la phénylhydrazine ou sur la diphenylcarbazone, a obtenu le dyphenylcarbodiimine $\text{C}^6\text{H}_5\text{Az} : \text{Az. CO. Az} : \text{Az. C}^6\text{H}_5$. Ce corps se combine facilement avec les acides de la série grasse en quantités équimoléculaires; il donne un dérivé bibromé. — M. P. Genvresse a obtenu, par l'action du peroxyde d'azote sur le limonène, un nouvel alcool, le limonénol, $\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}$, contenant deux doubles liaisons dans sa molécule. C'est un alcool secondaire, car, traité par le mélange chromique, il donne une cétone, la limonénone, $\text{C}^{10}\text{H}^{14}\text{O}$. Celle-ci donne une oxime qui est identique avec la carboxime. — MM. L. Bouveault et A. Wahl ont chauffé la solution chlorhydrique de l'acide aminodiméthylacrylique et ont obtenu par distillation le diméthylpyruvate d'éthyle $\text{CH}^3\text{C}^2\text{H. CO. CO}^2\text{C}^2\text{H}^3$, qui est saponifié par l'eau à chaud, en donnant l'acide diméthylpyruvique, fondant à 31° . — MM. L.-J. Simon et L. Dubreuil ont fait réagir les acides monobromés de la série grasse sur un excès de pyridine ou de quinoléine. On obtient des bromhydrates basiques de pyridine-bétaines et de quinoléine-bétaines. L'acide monobromosuccinique donne un produit qui ne renferme pas de brome, et qui paraît être le fumarate monoquinoléique. — M. Marcel DeLage, en faisant réagir l'acide sulfurique fumant sur le pyrogallol, a obtenu l'acide pyrogalloldisulfonique, cristallisant avec $\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$. Il donne un sel de baryum avec $\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$, et un sel de calcium avec $4\text{H}^2\text{O}$. Les

disulfonates sont moins solubles que les monosulfonates. — M. V. Harlay a isolé des tubercules de l'avoine à chapelets (*Arrhenatherum bulbosum*) une matière de réserve, très semblable à la graminine d'Ekstrand et Johanson. Celle-ci, sous l'action des ferments sécrétés par l'*Aspergillus niger* ou du suc des jeunes pousses de la plante, s'hydrolyse en donnant un sucre. — M. R. Dubois a constaté qu'un certain nombre de substances organiques: essences de camomille, de romarin, de camuin, de rose, de scouline, en présence de potasse alcoolique, émettent une fluorescence assez forte. — M. J. Dumont a constaté: 1^o que, dans les sols humifères, la fixation de l'acide phosphorique n'est pas due exclusivement à la rétrogradation; 2^o que la quantité de phosphate absorbé n'est pas proportionnelle à la richesse en calcaire, mais à la grandeur du rapport de l'humus au calcaire; 3^o que les terres de bruyère, malgré leur pauvreté en chaux, fixent des quantités notables d'acide phosphorique; 4^o que l'abondance de l'humus atténue sensiblement la rétrogradation.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Lannelongue communique le cas d'une petite fille porteur d'une fistule congénitale lacrymo-pharyngo-faciale, venant déboucher au-dessous de la narine droite par un orifice arrondi. L'auteur a obtenu facilement la cure parfaite de cette anomalie, qui présente un très grand intérêt au point de vue embryologique. Ce cas est, en effet, inexplicable avec la théorie d'Albrecht sur la formation de la narine et de la lèvre supérieure. — M. A. Charpentier a observé qu'une excitation électrique brève du nerf donne lieu à une double transmission: 1^o une partie est transmise presque instantanément comme par un conducteur ordinaire; 2^o une autre partie se transmet, toujours électriquement, mais avec la vitesse modérée de l'influx nerveux; cette seconde partie, quoique modifiée physiologiquement, est encore de nature électrique, car elle peut être conduite à distance par un fil métallique

et provoquer chez un autre animal une contraction musculaire par l'intermédiaire du nerf moteur. — **M. L. Roos** a cherché à vérifier, par des expériences faites sur des cobayes, si l'ingestion quotidienne de vin exerce une action défavorable, indifférente ou favorable sur l'organisme. La comparaison avec des animaux témoins, n'ayant pas pris de vin, lui paraît démontrer que l'usage quotidien du vin, même à dose relativement forte, n'est pas défavorable. — **M. R. Quinton** signale de nouvelles expériences montrant que le globule rouge nucléé résiste à la pénétration de l'urée dans son protoplasma, et n'y cède que peu à peu. Il a constaté, d'autre part, que la cellule végétale, et très probablement la bactérie, présentent cette même résistance. — **M. Descours-Desacres** a étudié la propagation dans les pommerais des chances dus au *Nectria ditissima*. Le puceron lanigère est l'agent actif de transmission; il propage lui-même le mycélium et les spores du champignon. La nicotine, le tanin et l'acide tannique sont des remèdes efficaces. — **M. A. Lacroix** a examiné une série de roches, recueillies par M. Villianne dans la région de Nossi-Bé et de la baie de Passindava à Madagascar. Elles renferment toutes, comme caractéristique commune, une amphibole brune alumineuse et sodique du groupe de la barkéviciite. Ces éléments constituent une nouvelle province pétrographique, à roches riches en alcalis, dont il sera intéressant de déterminer l'extension. — **M. A. de Lapparent** a examiné une empreinte fossile recueillie par le colonel Monteil aux environs de Bilma (Sahara oriental). Cette empreinte, déterminée par M. V. Gauthier, est celle d'un Oursin de grande taille, de l'Aturien supérieur, analogue aux Oursins du Baloutchistan. Cette découverte montre que la mer crétacée s'est étendue dans le Sahara au delà du Tibesti. — **M. Stan. Meunier** a examiné une météorite tombée du ciel le 15 juin 1900 au Macina (Soudan). Elle a la forme d'une plaque, recouverte d'une croûte qui est de l'oxyde de fer magnétique. L'intérieur est constitué par du fer métallique, contenant 7 % de nickel, des traces de cobalt, du sulfure et du phosphore de fer, du graphite et de la silice. — **M. Georges Rolland** a étudié le mode de formation des minerais de fer oolithiques de Lorraine. Pour lui, ces minerais sont de nature sédimentaire et d'origine continentale. L'épaisseur et la répartition du fer n'offrent aucune relation générale régulière ni avec la topographique souterraine, ni avec l'emplacement des failles.

Séance du 23 Février 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Loewy** annonce la découverte, dans la constellation de Persée, d'une nouvelle étoile très brillante, de couleur bleuâtre. Elle a été aperçue par divers observateurs à Edimbourg, à Saint-Jean-d'Angély et Toulouse. **M. Rayet**, qui a pu en faire l'analyse spectrale, a trouvé les lignes de l'hydrogène très brillantes. L'étoile a augmenté rapidement d'éclat. — **M. C. Flammarion** transmet des dépêches d'un certain nombre de membres de la Société astronomique de France, qui ont observé l'apparition de la nouvelle étoile. — **Dom Lamey** résume ses observations sur les variations des diamètres apparents de Jupiter, qui le conduisent à admettre l'existence d'un milieu réfringent ou atmosphère cosmique autour de ceux-ci. Les écarts qui subsistent entre les observations de **M. Landerer** et les nombres déduits de la théorie de **Soullart**, proviennent certainement de l'influence de cette atmosphère. — **M. Ed. Maillet** communique ses recherches sur une certaine catégorie de fonctions transcendentes. — **M. Vasseur** a fait l'étude des lignes qui apparaissent dans le sciage des métaux, lignes signalées par **M. Frémond**. Ces lignes dépendent uniquement de la scie qui les produit : la distance qui les sépare est égale à l'intervalle de deux dents successives de la scie, et leur apparition est en rapport avec l'état d'usure de la scie, et la voie que celle-ci possède.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Bernard Brunhes** communique quelques observations sur les propriétés

isolantes de la neige et de la glace. La ligne télégraphique qui relie l'Observatoire du Puy-de-Dôme au bureau de Clermont-Ferrand est souvent rompue en hiver par le vent. On peut se contenter de rattacher les extrémités par un fil qui traîne sur la neige, sans que les communications soient gênées. — **M. F. Larroque** expose une théorie du timbre d'après laquelle, contrairement à **Helmholtz**, le timbre n'est pas indépendant des différences de phases et d'intensité relative des sons partiels. — **M. Guinchant** a recherché, sur des solutions de substances organiques, comment varie avec la pression le volume du corps dissous, c'est-à-dire la différence entre le volume de la dissolution et le volume du dissolvant. Les expériences montrent qu'au moins jusqu'à 4 atmosphères, le volume du corps dissous est indépendant de la pression. — **M. A. Colson** a constaté que, dans certains cas, la réversibilité d'une réaction hétérogène peut être déterminée par des causes accessoires d'ordre chimique : ainsi la présence d'un peu de vapeur d'eau favorise la reconstitution du carbonate d'argent dissocié. — **MM. C. Chabrière** et **E. Rengade** ont observé que les solutions d'alun d'indium et de césium et d'alun d'indium et de rubidium se troublent par la chaleur ; dans le premier cas, il se précipite de l'oxyde d'indium, dans le second cas un composé complexe. Les auteurs ont déterminé le poids atomique de l'indium par ébullioscopie de l'acétylacétonate ; le métal est bien trivalent. — **M. Bailhache**, en faisant passer de l'hydrogène sulfuré dans une solution sulfurique d'acide molybdique, a obtenu un précipité cristallisé, constitué par un nouveau sulfate de molybdène répondant à la formule $\text{Mo}^{\circ}\text{O}^{\circ} \cdot 2\text{SO}^{\circ}$. Il se dissout en brun dans l'eau froide, mais la solution se décompose rapidement à l'air ou à chaud. Chauffé avec NaCl ou NaBr , il donne naissance à l'oxychlorure ou oxybromure de molybdène. — **M. E.-E. Blaise** a constaté qu'en condensant les nitrites avec les éthers α -bromés des acides homologues de l'acide acétique, en présence de zinc, et en décomposant par l'eau les dérivés organométalliques qui résultent de cette condensation, on obtient les éthers β -cétoniques mono ou dialkylés en α . Ces éthers peuvent à leur tour être déboulés en cétones. — **M. A. Béhal**, en faisant réagir les dérivés alkylhalogénés du magnésium sur les éthers-sels de la série cyclique $\text{R.CO.O}^{\circ}\text{H}^{\circ}$, les a transformés en carbures éthyléniques $\text{R.C}(\text{CH}^{\circ})\text{CH}^{\circ}$. Ces corps se polymérisent très facilement. Oxydés par le mélange chromique ou le permanganate, ils donnent des méthylcétones : R.CO.CH° . — **M. Henri Masson** indique une nouvelle méthode de synthèse des alcools tertiaires de la série grasse. Elle consiste à faire réagir l'iodure de magnésium alkylé MgIR sur les éthers-sels $\text{X.CO}^{\circ}\text{R}$, ce qui détermine une transformation dans le groupement $\text{X.CRR}^{\circ}\text{OH}$. — **MM. C. Camichel** et **P. Bayrac** ont repris leurs recherches sur les spectres d'absorption des indophénols. D'après eux, le déplacement apparent de la bande rouge, lorsqu'on remplace un azote primaire par un azote tertiaire, proviendrait d'une différence du pouvoir absorbant des deux colorants. La loi des auxochromes de **M. Lemoult** serait donc erronée. — **M. L.-J. Simon** est arrivé à la conclusion que la forme β du glucose, celle dont le pouvoir rotatoire prend immédiatement sa valeur limite, correspond à la formule aldéhydrique. Les formes α et γ qui possèdent la multirotation, c'est-à-dire qui prennent en solution aqueuse des pouvoirs rotatoires immédiats variables, tendant en sens inverse l'un de l'autre vers le pouvoir de β , correspondent aux deux configurations stéréochimiques de la formule oxydique. — **M. G. Bredig** a étudié l'action diastatique du platine colloïdal ; elle se manifeste déjà pour des quantités excessivement faibles de platine. Elle est maximum pour une certaine température. L'or colloïdal exerce en milieu alcalin une action presque aussi intense que le platine.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. S. Jourdain** a étudié le rôle des canaux péritonéaux chez les Sélaciens. Ils servent à lester l'animal par l'introduction d'une certaine quantité du liquide ambiant dans la cavité péritonéo-

péricardique, et à le déléster par l'expulsion du liquide introduit. Ils agissent à l'inverse de la vessie nataoire des Poissons. — MM. M. Lambert et L. Garnier ont constaté que le pouvoir réducteur du sang chloroformé est notablement augmenté au bout d'une heure. Ce fait peut s'expliquer soit par la formation, aux dépens du chloroforme, d'une substance réductrice (acide formique ou autre), soit par la mise en liberté, sous l'influence du chloroforme, d'un sucre réducteur résultant de la dissociation d'une molécule protéique. — MM. L. Matruchot et M. Molliard ont reconnu que le gel, la plasmolyse et la fanaison lente ou rapide déterminent dans certaines cellules végétales des phénomènes entièrement parallèles. En particulier, le noyau s'y montre comme étant le siège d'une exosmose d'eau s'effectuant par un processus identique. L'étude cytologique confirme que la mort des cellules par congélation correspond bien à un abaissement considérable de la teneur en eau, et qu'en réalité la mort par gel est une mort par dessiccation. — MM. A. Müntz et E. Rousseaux communiquent une étude sur la valeur agricole des terres à Madagascar, basée sur l'examen de plus de 500 échantillons de terres provenant des diverses parties de l'île. En résumé, la zone littorale se présente dans des conditions de fertilité satisfaisantes, mais les terres ocreuses du massif central sont pauvres et peu propres à la culture, sauf dans les fonds des vallées. — M. A. Ch. Girard s'est livré à l'étude de la valeur alimentaire et de la culture de l'ajonc et il est arrivé à cette conclusion que l'ajonc peut fournir une récolte correspondant, par hectare, à 8.000 kilos de foin, c'est-à-dire que la production d'une ajonnière dans les sols les plus médiocres vaut, surface pour surface, la production fourragère des terres les plus fertiles. — M. Stan. Meunier a examiné une météorite tombée dans l'île de Ceylan le 13 avril 1795. Elle appartient au type des montrésites; elle est constituée par de l'enstatite, de l'olivine, un pyroxène magnésien et une masse vitreuse; elle renferme des granules de fer nickelé, et de très petits grains de fer chromé.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Février 1901

L'Académie vote à l'unanimité la proposition suivante de M. Léon Colin: Vu la persistance de la variole à Paris et dans sa banlieue, l'Académie de Médecine estime que les mesures recommandées par M. le Préfet de Police conservent tout leur caractère d'utilité et qu'il importe à la population de continuer à profiter des ressources mises à sa disposition pour la pratique des revaccinations. — M. Henri Monod, étudiant la mortalité en France de 1886 à 1898, en tire les constatations suivantes: 1° Diminution constante du taux de la natalité, compensée par une diminution, légèrement supérieure, du taux de la mortalité; 2° Constante immigration des campagnes vers les villes; 3° Décroissance sensible de la mortalité par maladies épidémiques; 4° Proportion à peu près stationnaire des décès dus à la tuberculose; 5° Taux considérable de la mortalité infantile. — M. G. Dieulafoy signale une nouvelle communication de l'appendicite: l'hémathémèse. Il communique six cas de vomito negro appendiculaire, dont cinq se sont terminés par la mort. Il semble que, sous l'influence de la toxi-infection appendiculaire, il se produise une ulcération aiguë en un point de la muqueuse de l'estomac, qui entame bientôt une artériole et provoque l'hémorragie. Il importe donc, dans l'appendicite, de supprimer le foyer sans retard, avant qu'il ait pu lancer l'infection de tous côtés. — M. Boinet signale un cas de macrodactylie, à propos duquel il fait remarquer que la macrodactylie n'appartient pas exclusivement à la tératologie. Elle est rarement héréditaire. Elle est plus fréquente chez l'homme que chez la femme, à droite qu'à gauche, au médian et à l'index qu'aux autres doigts. La dissection montre une hypertrophie de tous les tissus du doigt.

Séance du 19 Février 1901.

M. P. Berger présente un rapport sur une communication du Dr P. Michaux relative à un nouveau mode de suture par agrafage de la peau, inventé par le Dr P. Michel. Ce procédé constitue un mode de réunion très satisfaisant, sauf pour les peaux très fines ou qui présentent des plis irréguliers; son exécution est extrêmement rapide. Par contre, l'instrument est coûteux, et demande une certaine habitude; l'enlèvement des agrafes est un peu laborieux. — M. J. Lucas-Championnière, au sujet de la récente communication de M. Dieulafoy, constate qu'aujourd'hui l'appendicite est beaucoup plus fréquente et plus grave qu'autrefois. Elle semble avoir pris un caractère épidémique. Elle paraît également coïncider avec l'augmentation anormale de la consommation de la viande. L'auteur voudrait voir revenir à l'emploi plus fréquent des purgatifs, qui empêchent l'évolution des affections intestinales. M. A. Robin a constaté que la dyspepsie hypersthénique avec hyperchlorhydrie prédispose à l'appendicite. Pour lui aussi, les purgatifs constituent un bon moyen prophylactique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Février 1901.

M. P. Mégnin rappelle qu'il a déjà observé sur des chiens les accidents de stomatite érucique causés par les poils urticants de certaines chenilles. — M. P. Merklen a suivi l'état fonctionnel du foie dans la gastro-entérite des jeunes enfants par l'étude des coefficients urinaires. Ceux-ci ne peuvent donner d'indication absolue sur le pronostic de l'affection, mais leur écart, plus ou moins marqué de la normale, traduit l'atteinte du foie par l'intoxication générale. — M. Y. Manouélian a étudié les fibres nerveuses terminales dans le noyau du toit du cervelet; elles présentent des arborisations libres, jamais d'anastomoses. — M. R. Dubois présente deux épreuves photographiques obtenues au moyen de la lumière émise par le bouillon liquide de photobactéries. — MM. R. Anthony et J. Salmon ont reconnu que la pygomélie (monstruosité caractérisée par la présence d'un ou deux membres pelviens surnuméraires) est une monstruosité double, symétrique, lanthoïde, de la série sycéphalique, devant être placée entre l'iléadelphie et l'édadelphie à laquelle elle aboutit. — MM. E. Wertheimer et H. Gaudier ont observé que le cordon cervical du sympathique n'a aucune influence sur la fréquence des mouvements du cœur chez l'homme. — M. E. Wertheimer a constaté, chez le chien à jeun, que si, après avoir provoqué une première sécrétion pancréatique par une injection excitante, on injecte alors de la pilocarpine dans une veine, le suc sécrété sous l'influence de l'alkaloïde agit non seulement sur l'amidon, comme le premier, mais encore sur l'albumine. — M. J. Rehns a reconnu, chez le lapin, que l'immunité active ne peut être conférée à un organisme normal par l'injection du poison diphtérique à doses croissantes, après mélange préalable avec une ou plusieurs fois son équivalent d'antitoxine. — MM. P. Carnot et L. Fournier ont observé un nouveau cas d'angine de Vincent. Ils ont isolé et cultivé le bacille fusiforme et le spirochète qui paraissent être les agents pathogènes de la maladie. — MM. A. Gilbert et L. Fournier ont administré la lécithine à des tuberculeux et à des neurasthéniques. Ils ont reconnu que l'emploi prolongé de la lécithine n'est pas plus nocif chez l'homme que chez les animaux. Les résultats thérapeutiques sont encore incomplets, mais des plus encourageants. — MM. P. Nobécourt et P. Merklen ont constaté qu'il existe dans les organes de l'homme et de divers animaux, ainsi que dans le lait de femme et de chienne, un ferment qui double le salol en phénol et acide salicylique. Ce ferment n'est peut-être que la lipase. — M. M. Letulle a étudié le placenta resté adhérent à la surface de la cavité utérine (môle hydatiforme, déciduome) et y a

trouvé des boules sarcodiques identiques à celles qui se trouvent à la surface des villosités du placenta humain normal. — M. P.-L. Simond a observé, chez une espèce de tortue asiatique, *Trionyx gangeticus*, un hématozoaire endoglobulaire pigmenté qu'il nomme *Haemamoeba Metchnikovi*. — MM. G. Meillère et Loeper ont étudié la répartition du glycogène dans les organes du lapin, du rat et du cobaye, et dans le muscle du cheval, et en ont effectué le dosage. — Les mêmes auteurs ont étudié les variations du rapport des albumines urinaires (sérine et globuline) au cours de diverses affections; elles ne paraissent donner aucune indication diagnostique. — M. E. Maurel, à propos de la communication du Dr Mayet sur la phagocytose du bacille d'Eberth, pense que le sang constitue un milieu plus commode et plus physiologique que la sérosité du vésicatoire pour l'étude de ce phénomène. — MM. Bi-gart et L. Bernard ont obtenu un sérum surrénalotérique par la méthode générale de préparation des sérums cytotoxiques. — M. V. Balthazard a déterminé les variations horaires de l'excrétion urinaire chez l'homme normal. Les maxima de volume d'urine et de quantité d'urée se placent trois à quatre heures après les repas de midi et du soir. — M. N. Vaschide a répété l'expérience de Weber sur l'olfaction en milieu liquide et a constaté qu'on se rend parfaitement compte de la nature des sensations olfactives des mélanges odoriférants. — M. L. Bard a déterminé la tonicité du liquide céphalo-rachidien dans un certain nombre d'affections. Cette tonicité se mesure en faisant tomber une goutte du sang du malade dans une petite quantité du liquide céphalo-rachidien et en observant s'il se produit ou non de l'hématolyse.

Séance du 16 Février 1901.

M. L. Bard a reconnu que, dans les pleurésies et péritonites hémorragiques tuberculeuses, les liquides épanchés ne provoquent pas l'hématolyse, tandis que le contraire a lieu pour des pleurésies et péritonites de nature cancéreuse. — M. A. Dastre communique quelques remarques à propos de la recherche des ferments endocellulaires par la dialyse chloroformique. — M. Et. Rabaud a étudié la formation des yeux des Cécocéphales. — M. L. Maurel a constaté : 1° qu'on peut faire descendre la température sous-cutanée du lapin, par immersion dans l'eau froide, à 30° et même à 26°,5 sans tuer l'animal ; 2° Toutefois, avec la température sous-cutanée de 26°,5, les réflexes sont très diminués, et les muscles presque en état de résolution. — MM. Lagriffe et L. Maurel ont repris les expériences précédentes par ventilation et mouillage. Au-dessous de 25°, la vie est sérieusement menacée; à 20°, l'animal paraît condamné à succomber. Les principaux symptômes observés sous l'influence de ces températures graduellement décroissantes sont : le frisson, la diminution des réflexes, la résolution musculaire, le coma, et parfois des phénomènes convulsifs. — M. R. Dubois croit que le corps vitré n'est pas fluorescent, mais qu'il se comporte comme un milieu un peu dispersif. — M. A. Laveran a fait, sur les hématies des Oiseaux, des observations qui tendent à montrer qu'elles possèdent une membrane d'enveloppe et que le protoplasma est de nature liquide. — M. P. L. Simond a étudié un hématozoaire endoglobulaire qu'il a observé chez le Gavial du Gange; il lui donne le nom d'*Haemogregarina Hankini*. — MM. A. Théchari et A. Babès ont étudié les modifications histochimiques de la muqueuse gastrique sous l'influence de l'alcool. Dans une première période, l'alcool donne l'hypersécrétion du chlore sous toutes ses formes et de la pepsine. Dans une seconde période, le fait le plus saillant, c'est la diminution considérable du chlore organique, correspondant à des cellules principales qui ne fabriquent plus de pepsine. — MM. Grand-Moursel et Tribondeau montrent que la coloration par la thionine phéniquée constitue un moyen simple et pratique de différencier dans les coupes du pancréas

les îlots de Langerhans. — MM. J. Courmont et Ch. Lesieur ont étudié la polynucléose dans la rage clinique et expérimentale. Il y a des poussées de polynucléose pendant l'incubation, s'accroissant du septième au neuvième jour; la polynucléose est définitive au neuvième jour et dépasse 75 % à partir du dixième jour. — MM. Guiraud et Gautié indiquent une méthode générale de coloration des bactéries au moyen du bleu d'aniline soluble à l'eau. — M. E. Suchard a fait de nouvelles observations sur la structure du tronc de la veine-porte du rat, du lapin, du chien, de l'homme et du poulet. — MM. L. Camus et E. Gley, à propos de la communication de M. Wertheimer, annoncent qu'ils ont observé aussi que le suc pancréatique, sécrété par les chiens à jeun sous l'influence de la pilocarpine, digère l'albumine de l'œuf et la fibrine du sang. — M. G. Loisel est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Février 1901 (suite).

M. V. Crémieu annonce que les résultats de ses nouvelles expériences sur la convection électrique confirment tous ceux de ses précédents essais. Il a pu, en outre, découvrir deux nouvelles causes d'erreurs par suite desquelles on peut observer des déviations d'un système magnétique, placé au voisinage d'un corps chargé en mouvement; ces déviations peuvent se présenter avec tous les caractères de réversibilité, et sont du même ordre de grandeur que ceux attendus de l'effet magnétique de la convection. Il est donc très naturel que d'autres aient pu se tromper. M. Crémieu conclut donc aujourd'hui que, dans les conditions où MM. Rowland et Himstedt ont opéré, comme dans ses propres expériences, la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique. — M. P. Janet présente à la Société un assez grand nombre de nouveaux compteurs, ayant figuré à l'Exposition universelle, principalement pour courants alternatifs. Il fait à ce sujet un exposé des diverses méthodes que les électriciens ont imaginées pour réaliser, dans la construction des compteurs d'électricité, la condition fondamentale : couple moteur proportionnel à la puissance à mesurer et couple résistant proportionnel à la vitesse (celle-ci donnée, dans tous les compteurs présentés à la Société, par un disque métallique tournant entre les branches d'un aimant). Suivant la manière de réaliser le couple moteur, les compteurs se classent en deux groupes : 1° Les compteurs moteurs du type Thomson, comprenant deux circuits, l'un fixe, l'autre mobile (pouvant servir aussi dans le cas des courants continus). M. P. Janet rappelle rapidement le principe de ces compteurs bien connus, et donne quelques indications sur les artifices employés pour éviter, dans le cas des courants alternatifs, l'erreur résultant du décalage dû à la self-induction du circuit à fil fin (par exemple, emploi d'une spire en court-circuit placée dans la bobine à gros fil). 2° Les compteurs à champ tournant. On réalise ici un champ elliptique tournant (analogie optique) en superposant deux champs rectangulaires alternatifs d'amplitude H et H' , décalés d'un angle φ , par le moyen de deux circuits, l'un à gros fil, l'autre à fil fin. Ce champ elliptique tournant équivaut à deux champs tournants ordinaires d'intensités inégales, lesquels tendent à entraîner en sens opposés un conducteur de révolution mobile autour de l'axe commun. La différence des deux couples, que l'on calcule facilement par un raisonnement géométrique, est le couple moteur de l'appareil; il est proportionnel à $H'H' \sin \varphi$. Le circuit à gros fil fournit H proportionnel à l'intensité du courant; on s'arrange de manière que le champ H' du circuit à fil fin soit proportionnel à la force électromotrice alternative et en quadrature avec celle-ci. Alors la vitesse de rotation du conducteur placé dans le champ elliptique tournant est proportionnelle à la puissance à mesurer. On a imaginé bien des procédés pour obtenir le

décalage de $\frac{\pi}{2}$ entre H' et la force électromotrice.

M. P. Janet indique les ingénieuses solutions représentées par les compteurs : *Hartmann et Braun*; *Raab*; *Hummel*; *Batault*. M. P. Janet passe ensuite aux compteurs spéciaux aux courants triphasés en imaginant, par exemple, un montage en étoile. Il fait au tableau le diagramme des divers vecteurs à considérer, et classe les compteurs pour courants triphasés suivant les trois types de formules par lesquelles on peut exprimer la puissance P , savoir :

$$\begin{aligned} P &= e_1 i_2 - e_2 i_1 \text{ (notations bien connues,)} \\ 2P &= i_1 (e_3 - e_2) + e_1 (i_2 - i_3), \\ 3P &= (i_1 - i_2) (e_3 - e_2) - (i_2 - i_3) (e_3 - e_1). \end{aligned}$$

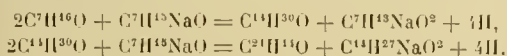
Dans tout compteur triphasé à champ tournant, il y a deux systèmes tournants montés sur le même arbre, entraînés par des couples respectivement proportionnels à chacun des deux termes du second membre des formules précédentes. M. P. Janet présente la solution fournie par les compteurs *Siemens et Halske*, *Hummel*, *Schuckert*; dans le cas le plus général des courants triphasés à quatre fils, il est nécessaire d'employer une équation plus générale que les précédentes; certains compteurs (*Aron*, *Thomson*) s'appliquent à ce cas.

M. L. Poincaré, ancien Secrétaire général de la Société, est nommé Secrétaire général honoraire.

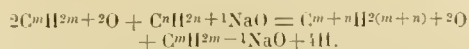
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 Février 1901.

M. G. Bertrand présente ses recherches sur le café sans caféine de la Grande-Comore, recherches qui ont déjà été exposées ici même. — M. Jouve présente les résultats de l'étude des ferro-siliciures industriels. Après un court historique des produits définis ou non décrits antérieurement, il reprend l'étude des siliciures décrits par Sainte-Claire Deville, Carnot et Goutal, puis plus récemment par MM. Moissan, Lebeau et de Chalmot. Il montre qu'il n'existe dans les produits industriels que les siliciures Fe^2Si et $FeSi$ (le premier déjà décrit par M. Lebeau, à l'exclusion de tous autres siliciures tels que Fe^3Si^2 , Fe^2Si^2 et $FeSi^2$). Il signale également la grande pureté, par rapport à la teneur en soufre et phosphore, des produits préparés actuellement dans les usines de la Compagnie générale d'Electrochimie. Il termine en faisant un rapprochement entre les proportions du carbone existant dans ces siliciures et du silicium manquant au chiffre théorique pour les produits cristallisés Fe^2Si et $FeSi$; il semble que le carbone remplace le silicium dans les proportions de leurs poids atomiques. — M. Guerbet, poursuivant ses recherches sur les réactions que fournissent les alcools, lorsqu'on les chauffe au voisinage de 200° avec leurs dérivés sodés, montre que l'alcool amylique donne dans ces conditions de l'acide amylique, de l'alcool dianthylique β $C^{14}H^{30}O$ et l'acide correspondant $C^{14}H^{28}O^2$, en même temps que de l'alcool triamylique $C^{14}H^{40}O$. Ces composés se sont formés dans les réactions suivantes:



L'alcool dianthylique β est un liquide incolore, d'odeur faible, ne se solidifiant pas à -20° . Il bout à $286-289^\circ$. Sa densité à 15° est 0,8405. L'acide dianthylique β fond à $+4^\circ$, bout à $190-192^\circ$ sous 13 millimètres de pression. Sa densité à 15° est 0,8860. L'alcool triamylique est liquide, incolore, à peu près inodore. Il bout à $202-206^\circ$ sous 13 millimètres de pression, et a pour densité, à 15° , 0,8447. M. Guerbet, rapprochant les réactions précédentes de celle qu'il a déjà obtenue avec l'alcool amylique inactif (*C. R.*, t. CXXXVIII, p. 311 et 1002), pense qu'elles sont des cas particuliers de la réaction générale suivante :



Il continue ses recherches en vue de cette généralisation.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 8 Février 1901.

La Société procède au renouvellement de son bureau pour 1901. Sont élus :

Président : M. S. P. Thompson;
Vice-présidents : MM. Th. Blakesley, C. V. Boys, J. D. Everett et J. Walker;
Secrétaires : MM. H. M. Elder et W. Watson;
Secrétaire étranger : M. R. T. Glazebrook;
Trésorier : M. H. L. Callendar;
Bibliothécaire : M. W. Watson.

En outre, MM. W. Gibbs et R. Kœnig sont nommés membres honoraires.

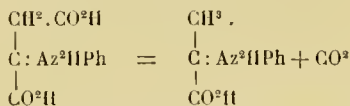
M. S. P. Thompson, en prenant possession du fauteuil de la présidence, rappelle les principaux travaux présentés à la Société durant l'année écoulée. Il insiste ensuite sur la question de l'enseignement de la Physique. Les membres de la Société ont l'habitude de présenter de temps en temps des modèles qui illustrent quelques principes de la Physique. Cette coutume d'employer des modèles est considérée par les physiciens du continent comme tout à fait anglaise, et résultant d'une sorte de constitution mentale qu'ils peuvent à peine comprendre. Pour les Anglais, elle n'a rien d'extraordinaire. Faraday s'est servi de modèles pour étudier le champ électrostatique enveloppant les corps chargés. Lord Kelvin en a construit pour exprimer ses idées sur l'élasticité, la théorie élastique de la matière et la constitution même de celle-ci. Les modèles de Maxwell pour les diélectriques hétérogènes et l'induction mutuelle entre deux circuits sont bien connus. Ces modèles sont très utiles pour l'enseignement; ils permettent de saisir ce qui, dans la Nature, est abstrait, en en contemplant la représentation ou l'analogie dans le concret. Les physiciens français ne peuvent concevoir un phénomène compliqué s'il n'a été mis sous forme d'équation mathématique. Les physiciens anglais doivent en construire un modèle qui produira mécaniquement l'opération analogue. Les deux méthodes sont justes, mais, — à en juger d'après leurs fruits, — la méthode de Faraday a des avantages sur celle de Poisson. — M. R. W. Wood présente un réseau à échelon de mica. Il est intermédiaire entre un réseau ordinaire et un échelon à plaques épaisses. Un grand nombre de feuilles de mica ont été examinées à l'interféro-mètre, et on a choisi celle qui, sur la plus grande partie, présentait des franges droites et non brisées. Cette partie est marquée et découpée en rectangles. Le mica avait environ 5 millimètres d'épaisseur, et le retard d'un des rectangles était de 50 longueurs d'onde pour la lumière du sodium. Neuf de ces rectangles forment le réseau; ils sont mis en place sous le microscope, et cimentés aux angles par de la cire. L'écartement du réseau est de 5 millimètres; le nombre des lignes était de dix. Le pouvoir de l'instrument ne permet pas de résoudre les lignes du sodium; mais les lignes jaunes du mercure sont aisément séparées. L'effet de Zeeman peut être montré avec un échelon fait de quatre plaques d'interféro-mètre, avec les rayons verts du tube à mercure.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

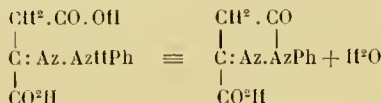
Séance du 7 Février 1901.

MM. H. J. H. Fenton et Mildred Gostling ont constaté que l'action de l'acide bromhydrique sur toutes les formes de cellulose donne une grande quantité de bromométhylfurfuraldéhyde; la cellulose doit donc contenir un groupement ou un noyau analogue à ceux du lévulose. — MM. C.-F. Cross et E.-J. Bevan

exposent la question de la constitution de la cellulose. 1° Leurs propres recherches, qui les ont conduits au tétraacétate $C^6H^6O(OAc)^4$, leur paraissent indiquer une constitution cétonique $CO : (CHOH)^4 : CH^2$. 2° La règle de Will et Lenze sur la formation des éthers nitriques des cétooses se vérifie pour la cellulose. 3° Faber et Tollens, étudiant les produits d'oxydation des oxycelluloses, n'ont jamais trouvé d'acides avec la chaîne normale à six atomes de carbone. Ces raisons les ont amenés à conclure que la cellulose n'est pas un polyaldose (anhydride), mais qu'elle possède une constitution cétonique. Les recherches de Fenton et Gostling, en condensant les celluloses en méthylfurfural, ouvrent une nouvelle voie expérimentale, et rendent encore plus douteuse la constitution polyaldosique. Elles montrent que le lévulose ou un autre cétoose est le matériel d'élaboration de la cellulose, et elles expliquent en même temps d'une façon simple l'origine des composés non saturés, dérivés du furfural, qui sont les constituants du complexe de la lignone. Elles sont contraires à l'hypothèse que tous les constituants de la plante donnant du furfural sont des pentoses ou pentosanes. — MM. H.-J.-H. Fenton et H.-O. Jones ont observé que l'hydrazone de l'acide oxalacétique, chauffée avec de l'eau, perd de l'acide carbonique, et donne l'hydrazone de l'acide pyruvique :

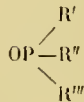


Mais, en présence d'acides de concentration suffisante, une réaction tout à fait différente se produit ; de l'eau est éliminée et il se forme l'acide pyrazolone carboxylique de Wislicenus :

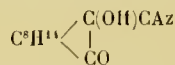


Avec des acides de concentration insuffisante, les deux réactions se passent simultanément, la quantité de CO^2 dégagée diminuant quand la concentration de l'acide augmente. Des expériences parallèles faites avec différents acides ont montré que les volumes de CO^2 obtenus sont en raison inverse des affinités des acides, d'où une méthode de mesure de ces dernières. Ces phénomènes peuvent s'expliquer en supposant que la molécule non dissociée de l'hydrazone tend à perdre de l'eau en donnant le dérivé de la pyrazolone, mais que l'ion négatif $CO^2H - CAz^2HPh - CH^2COO$ est instable et tend à perdre CO^2 . Dans ce cas, toute circonstance tendant à prévenir l'ionisation favorisera la production du dérivé de la pyrazolone, telle la présence d'une concentration suffisante d'ions hydrogène. Les auteurs ont étudié l'influence d'un certain nombre de substances sur les réactions. 1° L'influence des sels, des bases et des non-électrolytes est nulle, les résultats étant pratiquement les mêmes qu'avec l'eau pure. 2° L'effet d'un sel en présence de son propre acide est de diminuer beaucoup l'influence de cet acide. 3° Les dissolvants ayant des pouvoirs ionisants différents donnent des résultats différents, la quantité de CO^2 dégagée étant plus grande dans le cas de l'eau, moindre avec l'alcool amylique, et faible avec le toluène et le nitrobenzène. — M. R.-M. Caven, par l'action du chlorure d'éthoxyphosphoryle $OP.OC^2H^5 : Cl^2$ sur l'aniline, a obtenu le chlorure d'éthoxyanilidophosphoryle

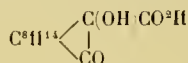
$OP.OC^2H^5.AzHC^6H^5.Cl$. Le second atome de chlore peut être remplacé par l'action de la paratoluidine et l'on obtient l'éther éthylique de l'acide anilido-*p*-toluidophosphorique $OP.OC^2H^5.AzHC^6H^5.AzHC^6H^4Cl^2$. Si l'on effectue ces deux réactions dans l'ordre inverse, on arrive au même composé ; on en déduit que les deux atomes de chlore dans le produit original sont situés dans une position analogue par rapport au reste de la molécule. L'atome de chlore qui a été remplacé par le groupe éthoxy est-il dans une position différente des deux autres ? Pour en juger, on prépare les composés suivants : d'une part, le chlorure d'anilidophosphoryle $OP.AzHC^6H^5 : Cl^2$, puis le chlorure d'anilido-*p*-toluidophosphoryle $OP.AzHC^6H^5.AzHC^6H^4CH^3.Cl$; d'autre part, le chlorure de *p*-toluidophosphoryle $OP.AzH.C^6H^4CH^3.Cl^2$, puis le chlorure de *p*-toluido-anilidophosphoryle. Les deux produits auxquels on aboutit sont identiques ; on en déduit que le premier et le second atome de chlore sont dans une position similaire, et par conséquent que les trois atomes le sont aussi dans la molécule de chlorure de phosphoryle $OPCl^2$. Il en résulte qu'un dérivé :



ne possède pas de plan de symétrie et peut exister dans une forme droite et une forme gauche. Des expériences ont été entreprises pour vérifier cette conclusion. — MM. A. Lapworth et E. M. Chapman décrivent une méthode de préparation de la camphoquinone pure en grande quantité. Quand la camphoquinone est traitée à -10° par l'acide cyanhydrique, il se forme une masse presque incolore, qui doit être un mélange de formes stéréoisomériques de l' α -dihydroxycyanocamphre :



L'une d'elle a été isolée ; dissoute dans l'acide sulfurique fumant, elle se transforme dans l'amide de l'acide α -hydroxycamphocarboxylique. L'acide lui-même :



est obtenu en chauffant le nitrile avec HBr concentré. Il cristallise en aiguilles ou en prismes et fond avec décomposition en donnant l'hydrocamphre. Il est converti en camphoquinone et CO^2 par le peroxyde de plomb et l'acide acétique.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Janvier 1901 (fin).

SCIENCES NATURELLES. — Rapport de MM. C. A. J. A. Oudemans et J. W. Moll sur un mémoire de M. Valckenier Suringar : *Contributions à l'étude des espèces du genre Melocactus des Indes Néerlandaises Occidentales*. Ce travail faisant suite à cinq mémoires du père de l'auteur, feu M. W. F. R. Suringar, paraîtra dans les publications de l'Académie. — Rapport de M. J. M. van Bemmelen au nom de la Commission géologique, sur les travaux géologiques en 1900.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 18 mars, l'Académie des Sciences a procédé à l'élection d'un membre dans la Section de Géométrie, en remplacement de M. Ch. Hermite, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants était 58 :

M. Humbert a obtenu	54	suffrages.
M. Goursat	— 2	—
M. Borel	— 1	—

Il y a eu un bulletin blanc.

M. Humbert, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, a été proclamé élu. Le nouvel académicien, qui est professeur d'Analyse à l'École Polytechnique, a publié d'importants mémoires sur diverses branches des Mathématiques.

§ 2. — Géodésie

Revision de l'arc de méridien de Quito. —

Comme complément à l'article de M. Poincaré, sur la nouvelle mesure de l'arc de méridien de Quito, voici quelques renseignements relatifs à l'organisation matérielle de la Mission.

Le personnel de la Mission comprend cinq officiers opérateurs du Service géographique de l'Armée et un médecin militaire; celui-ci, en outre de ses fonctions spéciales, aidera les officiers à recueillir des renseignements intéressants les sciences naturelles. Ces officiers sont : M. le chef d'escadron d'artillerie breveté Bourgeois, chef de section de Géodésie, qui sera chef des opérations sur le terrain; M. le capitaine du génie breveté Maurain et M. le capitaine d'artillerie breveté Lacombe, qui ont déjà effectué tous deux la reconnaissance de l'arc à mesurer; M. le capitaine d'artillerie Lallemand; M. le lieutenant d'artillerie Perrier, et enfin M. le médecin aide-major Rivet. Un personnel secondaire, composé d'un sous-officier et quinze caporaux ou soldats, est affecté à ces officiers pour les seconder.

La Mission aura, en outre, la collaboration d'un astronome français, M. Gonnessiat, déjà installé comme directeur de l'Observatoire de Quito.

Le départ pour l'Equateur a été prévu en deux

échelons. Une Mission d'avant-garde, constituée par MM. les capitaines Maurain et Lallemand, s'est embarquée à Saint-Nazaire le 9 décembre 1900, avec notre chargé d'affaires à Quito, M. Frandin, lequel était en congé en France et n'a pas hésité à abréger ce congé pour accompagner nos officiers afin de pouvoir leur prêter, dès le débarquement, l'appui de son expérience auprès des autorités de l'Equateur.

Le deuxième échelon comprendra tout le reste du personnel : il doit s'embarquer fin avril et amènera le matériel instrumental. En arrivant à Guayaquil, il trouvera rassemblé, par les soins de la Mission d'avant-garde, le convoi destiné aux transports et se mettra en route immédiatement. Les travaux d'observations pourront ainsi commencer dès le mois de juin 1901. Ajoutons enfin que la durée totale des opérations a été prévue pour quatre ans.

§ 3. — Physique

Le Rayonnement calorifique des Étoiles. —

Depuis les grands perfectionnements réalisés par le professeur Langley dans les procédés de mesure de l'énergie rayonnante, on a essayé maintes fois de déterminer l'énergie qui nous est envoyée par les étoiles les plus brillantes. Jusqu'ici, toute tentative avait échoué, faute d'une sensibilité suffisante des appareils, bien que M. Boys eût réussi déjà à percevoir l'élévation de température produite dans le récepteur de son microradiomètre par l'action d'une bougie placée à 2.700 mètres.

La question vient d'être reprise aux Etats-Unis par M. E.-F. Nichols, qui, suivant les indications données par M. Georges Hale, dans le Bulletin de l'Observatoire Yerkes, a obtenu pour la première fois une indication bien nette de l'instrument.

Le récepteur de M. Nichols n'est autre chose qu'un radiomètre de Crookes, constitué par deux petits disques de mica, de 2 millimètres de diamètre, noircis et réunis par une tige de verre suspendue à un fil de quartz très fin, dans un vide relatif, étudié de façon à donner le maximum d'effet.

La radiation dont on veut mesurer l'énergie est envoyée sur l'un des disques de mica par un grand

miroir argenté, de 61 centimètres de diamètre et de 2^m,40 de foyer, recevant le faisceau réfléchi par un sidérostal. Elle pénètre jusqu'au récepteur à travers une fenêtre de fluorine, l'une des substances les plus transparentes que l'on connaisse. La sensibilité de l'appareil, mesurée par la radiation d'une bougie, a été trouvée environ cinq fois plus grande que celle du radiomètre de M. Boys, tandis que la surface qui concentre le rayonnement était 2,4 fois plus grande. L'appareil actuel est donc, au total, 12 fois plus sensible. Il est vrai qu'il fait intervenir une réflexion de plus; mais on sait que la plupart des miroirs, notamment ceux d'argent, sont presque parfaits dans l'infra-rouge, qui fournit environ les quatre cinquièmes de la radiation totale des sources très blanches comme les belles étoiles.

L'étalonnage préalable a montré qu'une déviation de 0^{mm},1 sur l'échelle, correspondait à l'énergie envoyée par une bougie située à 13 milles, ou à 24 kilomètres¹. L'image de la Lune, projetée sur l'une des lames, chassait violemment l'équipage hors du champ.

Les mesures relatives aux étoiles ont été faites en été, par un temps clair. Arcturus, étudié pendant sept soirées, a donné une déviation moyenne de 0^{mm},60, tandis que Véga a fourni 0^{mm},27. La mesure directe du rapport des deux radiations a donné 2,1 en moyenne.

M. Nichols ne considère encore le résultat de ses mesures que comme provisoire, et comme simplement destiné à donner une idée de l'ordre de grandeur de l'énergie cherchée; d'après son opinion, on peut cependant en conclure avec une assez grande certitude que l'énergie reçue d'Arcturus n'exécède pas celle que nous enverrait une bougie située à 10 kilomètres, l'absorption atmosphérique étant supposée éliminée.

Ce résultat, si peu précis qu'il soit encore, a cependant une importance considérable, parce qu'il nous permet de fixer, pour la première fois, nos idées sur la limite supérieure de l'énergie reçue des étoiles. En perfectionnant encore les moyens d'investigation, et en comparant les résultats radiométriques aux données photométriques, on arrivera à comparer le rendement photogénique des plus belles étoiles à celui de quelques foyers terrestres, d'où l'on déduira leur température approximative.

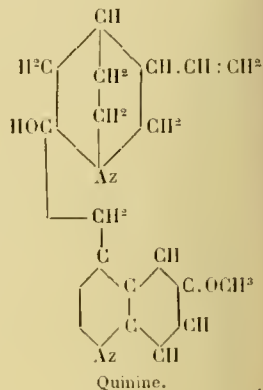
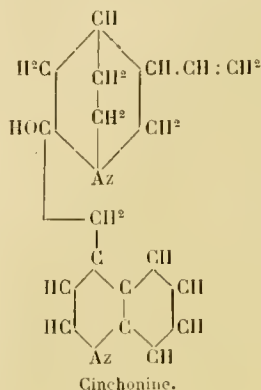
Pour le moment, les nombres ci-dessus, rapprochés d'autres résultats, conduisent à des conclusions difficilement admissibles. Ainsi, M. Ch. Dufour a trouvé la lumière d'Arcturus 33.10⁹ fois plus faible que celle du Soleil. L'intensité lumineuse de celui-ci étant admise égale à 60.000 bougies à 1 mètre, Arcturus équivaldrait à 60.000 bougies à 180 kilomètres, ou à une bougie à 720 mètres. Le rendement lumineux d'Arcturus serait donc à celui de la bougie dans le rapport de $\left(\frac{100}{7,2}\right)^2$, soit environ 200 fois plus grand. Or, on admet en général que le rendement de la bougie est de l'ordre de 1%. Notre premier résultat est donc manifestement erroné.

S'il est encore difficile d'en indiquer la raison, on peut tout au moins, en attendant des résultats expérimentaux plus parfaits, admettre comme probable que le rendement lumineux de cette belle étoile est considérable, ce qui indiquerait que sa température est très élevée.

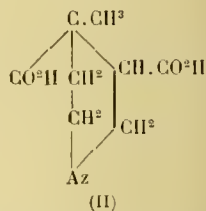
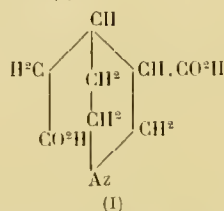
§ 4. — Chimie

La constitution de la Cinchonine et de la Quinine. — Königs, qui a fait une étude approfondie de ces deux alcaloïdes du quinquina, leur a attribué la constitution suivante :

¹ Les nombres relatifs à la sensibilité de l'instrument, comparée à celle de l'appareil de M. Boys, ne semblent pas s'accorder parfaitement. L'indication de la distance de l'échelle, que M. Hale ne donne pas, fournirait probablement l'explication du désaccord.

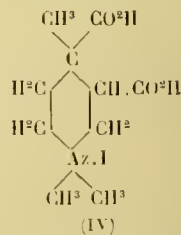
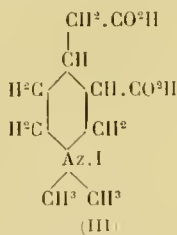


Elle se base, entre autres, sur le fait que la cinchonine donne, par oxydation, un acide, appelé acide cincholoiponique, qui, d'après Königs, répond à la formule (I).

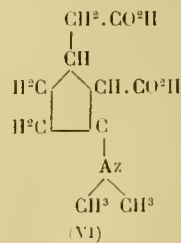
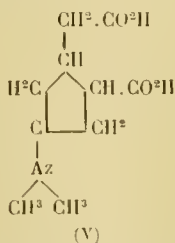


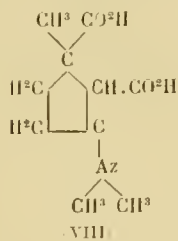
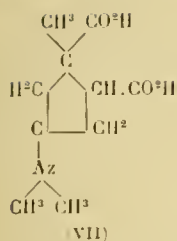
Mais on a fait observer que les réactions connues de l'acide cincholoiponique s'expliquent tout aussi bien en admettant la formule tautonomère (II). Si cette dernière venait à être démontrée, la constitution de la cinchonine et de la quinine serait remise en question, ainsi qu'une foule de réactions qui en dépendent, comme la transformation de ces corps en cinchène et apocinchène. Il était donc de toute importance d'élucider rapidement ce doute; le Professeur Skraup vient d'y arriver de la façon suivante :

L'acide cincholoiponique donne facilement un dérivé iodométhylé qui correspond à la formule (III) ou (IV), l'une dérivée de (I), l'autre de (II):

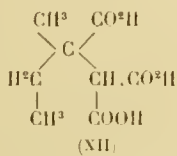
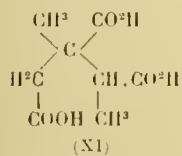
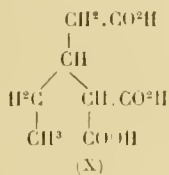
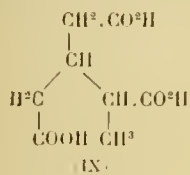


Ce dérivé iodométhylé, chauffé avec de la potasse concentrée, perd de l'acide iodhydrique et se transforme dans le dérivé diméthylamidé d'un acide bibasique renfermant le noyau du cyclopentane, et qui ne peut que répondre aux formules (V) et (VI) dérivées de la formule (I), ou aux formules (VII) et (VIII) dérivées de la formule (II):





Ce corps (ou ce mélange de corps, car il est probable que (V) et (VI) ou (VII) et (VIII) sont présents tous deux à la fois), traité à son tour par la potasse fondante, se dédouble en diméthylamine $\text{AzH}(\text{CH}^3)^2$ et en un acide tribasique à chaîne ouverte. Les formules probables pour cet acide sont (IX) et (X) qui dérivent également de (V) ou (VI), et (XI) et (XII) qui dérivent également de (VII) ou (VIII) :



L'existence des corps (X) et (XII) est invraisemblable, car, dans la fusion avec KOH, l'un des deux carboxyles liés au même atome de carbone ne pourrait subsister et disparaîtrait par élimination de CO^2 . Il ne reste donc que deux constitutions possibles (IX) et (XI) pour l'acide tribasique dérivé de l'acide cincholoinique, laquelle possède-t-il ?

Pour résoudre cette question, M. Skrap a fait intervenir la synthèse. En effet, d'une part, en faisant réagir l'acide malonique sodé sur l'acide méthylglutaconique, on doit obtenir un corps de formule (IX), et, d'autre part, l'action de l'acide méthylmalonique sodé sur l'acide citraconique doit donner un composé de formule (XI). L'auteur a préparé ces deux corps, et il a constaté que c'est le premier qui est identique à l'acide dérivé de l'acide cincholoinique. Ce dernier possède donc la formule (I), et la cinchonine et la quinine répondent bien aux schémas de Königs.

La constitution de ces deux alcaloïdes est donc définitivement élucidée au point de vue tautomérique. On pourra maintenant entreprendre sur des bases sûres l'étude de leur configuration stéréochimique.

§ 5. — Biologie

Sur l'Enseignement de l'Embryologie en France. Réponse à M. le Professeur Nicolas.

— Dans la *Revue générale des Sciences* du 15 janvier 1901, M. le Professeur Nicolas a publié une note en réponse à deux articles que nous avions écrits sur l'Enseignement de l'Embryologie dans les Universités françaises et étrangères. M. Nicolas a eu raison de penser que nous ne lui en voudrions pas de cette réponse; nous en aurions d'autant plus mauvaise grâce qu'il vient, en somme, apporter l'appui de sa haute autorité à ce que nous avions dit.

Avant d'aller à l'étranger nous rendre compte de la manière dont y était compris l'enseignement de l'Embryologie, nous nous étions tout naturellement renseigné au sujet des Universités françaises. Nous savions donc qu'à Nancy, l'Embryologie est en grand hon-

neur et, si nous l'avions oublié, les travaux des Professeurs Nicolas et Prenant nous l'auraient rappelé. Nous savions également qu'à Lyon, à Bordeaux, à Toulouse, que presque partout, enfin, cette science fait l'objet d'un enseignement particulier, ou du moins prend une bonne part des enseignements classiques des Facultés des Sciences ou des Facultés de Médecine.

Mais nous avions appris, en même temps, que, dans ces Universités, des travaux de laboratoire concernant l'Embryologie n'étaient pas faits. Et c'est ce qui nous avait permis d'écrire que, malgré tous ces efforts, il n'y avait pas, en France, « un enseignement véritablement organisé ».

Or, c'est ce que M. Nicolas constate lui-même pour Nancy. « Il ne manque, en définitive, à cet enseignement, nous dit-il, qu'une chose : des travaux pratiques. Jusqu'à présent je n'ai pu en faire, d'abord faute de fonds nécessaires, et ensuite parce que le temps des élèves de première année est presque entièrement accaparé en hiver par d'autres exercices. Je me demande, d'ailleurs, s'il serait possible et réellement fructueux d'essayer de leur apprendre à tous à réaliser les préparations longues et minutieuses, d'une étude souvent difficile, qu'exige ordinairement l'Embryologie. »

Pour ce dernier point, nous sommes entièrement de l'avis de M. Nicolas. Vouloir organiser des travaux pratiques d'Embryologie à l'instar des travaux d'Anatomie, ce serait faire gâcher des pièces à des élèves, ce serait les dégoûter de l'Embryologie en ne leur apprenant rien. Mais cela ne veut pas dire, pour nous, que l'enseignement de l'Embryologie doit rester purement théorique. Pour cette science, autant que pour les autres sciences biologiques, il faut voir par soi-même si l'on veut bien comprendre. C'est l'idée que nous avons trouvée appliquée dans plusieurs Universités étrangères et c'est celle que nous avons essayé d'appliquer nous-même à la Faculté des Sciences de Paris dans un cours libre (leçons et travaux pratiques) sur l'Embryologie de l'Homme et des Vertébrés. Le succès de nos travaux pratiques a été tel, depuis trois ans, qu'ils devaient répondre à un véritable besoin; c'est pourquoi il nous semble utile de faire connaître en quelques lignes la méthode que nous avons suivie.

En réalité, ce que nous faisons à la Faculté des Sciences, ce sont plutôt des conférences ou des démonstrations pratiques d'Embryologie que de véritables travaux pratiques. Chaque séance, en effet, comprend d'abord une sorte de préparation théorique faite au tableau noir, dans la salle de cours. Cette préparation consiste à expliquer aux élèves ce qu'ils vont avoir à étudier dans la salle du laboratoire. Là, chaque élève trouve à sa place ordinaire : un microscope ou une loupe et les préparations faites d'avance sur le sujet d'étude. Ces préparations sont numérotées dans l'ordre correspondant au plan exposé préalablement au tableau noir. L'élève n'a donc qu'à prendre successivement toutes ces préparations et à les étudier en s'aidant de ses notes ou de ses livres ainsi que de nos propres conseils. Comme elles sont choisies parmi les plus belles et les plus démonstratives, l'étudiant se trouve attiré immédiatement par la facilité avec laquelle il reconnaît toutes les choses dont il a entendu parler ou qu'il a vues dessinées.

Cette manière de procéder, si elle est avantageuse pour l'élève, présente du côté du maître quelques difficultés. D'abord, pour peu que les étudiants soient nombreux, il est nécessaire de procéder par séries, car nous pensons, comme le Professeur Minot, qu'il ne faut pas plus de vingt à vingt-quatre élèves à chaque séance. En outre, il faut faire d'avance un très grand nombre de préparations et opérer une sélection parmi elles, ce qui est un travail long et fastidieux. Les préparations que nous avons faites jusqu'ici nous ont cependant permis de faire étudier les points suivants :

1° *l'épithélium germinatif et la formation des éléments sexuels (embryons de poulet et de souris)*;

2° l'œuf et l'ovogénèse chez le moineau, la chatte et la souris;

3° les spermatozoïdes de différents Vertébrés; la spermatogénèse chez le moineau;

4° la fécondation chez *l'Ascaris*; la segmentation chez *Foursin*, *l'Ascaris* et la grenouille;

5° la formation des tenillots chez le poulet;

6° la première ébauche du corps et des annexes chez le poulet et chez la souris;

8° le développement de quelques organes chez le poulet et chez la souris;

9° l'étude des membranes fœtales et des différents placentas (dissection et étude de coupes).

Enfin quelques séances sont consacrées à la technique embryologique pour les élèves qui désirent poursuivre des recherches originales.

Ce plan, évidemment, ne représente pas toute l'Embryologie des Vertébrés, mais il se complétera et se perfectionnera tous les ans par de nouvelles séries de préparations. Du reste, il existe encore à la Faculté des Sciences de Paris d'autres travaux pratiques d'Embryologie, et ce sont même de beaucoup les plus importants, car ceux-là sont faits par MM. Le Dantec et François, sous la haute direction du Professeur Giard; ces derniers travaux concernent presque exclusivement l'embryologie des Invertébrés, l'étude des formes larvaires et des facteurs de l'évolution; ils sont les compléments des leçons théoriques de M. Giard sur l'évolution des êtres organisés et de M. Le Dantec sur l'Embryologie générale.

On voit donc qu'à ce point de vue l'Université de Paris a dépassé celle de Nancy, et cela sans crédits spéciaux, du moins en ce qui concerne l'Embryologie de l'Homme et des Vertébrés, où tout est fait bénévolement¹. On voit aussi, ce que nous sommes très heureux de constater, que nos idées sur la manière d'enseigner pratiquement l'Embryologie se rencontrent avec celles de M. Nicolas.

A Nancy, c'est la Faculté de Médecine qui semble devoir concentrer l'enseignement de l'Embryologie. A Paris, c'est la Faculté des Sciences. Quel est le meilleur système? L'avenir nous le dira peut-être. En attendant, il ne nous paraît pas mauvais que deux de nos Universités françaises aient compris et appliquent la même question de deux façons différentes.

Mais, quelle que soit la Faculté qui assume la tâche et l'honneur de cet enseignement, trois choses doivent être considérées avant tout si l'on veut faire vraiment œuvre utile sans gaspiller inutilement le budget de l'Etat ou celui de l'Université :

1° Exiger du personnel enseignant des connaissances biologiques générales et non pas seulement la connaissance spéciale de l'Homme;

2° Organiser l'Embryologie d'une façon complète (Embryologie générale et Embryologie spéciale) de façon à éviter le système des doubles emplois;

3° Obtenir une entente entre toutes les Facultés d'une même Université de manière que les élèves puissent suivre facilement la partie de l'enseignement embryologique qui leur convient.

Nous ne savons si nous nous abusons, mais il nous semble bien que, là encore, nous serons du même avis, M. Nicolas et nous. Et, si ce maître a pu écrire, dans sa note : « Les besoins des étudiants en Médecine ne sont pas les mêmes que ceux des étudiants en Sciences naturelles », il n'en pense pas moins, nous en sommes certain, que le premier besoin des uns et des autres est une base scientifique solide et que la Science est la même pour tous.

Gustave Loisel.

Docteur en médecine et en sciences,
Préparateur aux Facultés des Sciences
et de Médecine de Paris.

§ 6. — Hygiène publique

Le Sanatorium de l'arrondissement de Versailles. — Nous avons tenu nos lecteurs au courant du mouvement qui s'est dessiné dans l'arrondissement de Versailles en faveur de la création d'un sanatorium intercommunal¹, mouvement qui a reçu la vive approbation d'un grand nombre de médecins². La *Revue* est heureuse d'enregistrer aujourd'hui le succès de ces efforts : dans sa séance du 20 février, le Conseil municipal de Versailles a adopté le principe du sanatorium intercommunal et assumé sa part dans l'édification du futur monument. Voici, d'ailleurs, un extrait du procès-verbal de ses délibérations :

« Le Conseil,

« Vu l'exposé du Maire,

« Vu les lois du 5 avril 1884 et du 22 mars 1890;

« Considérant qu'il y a lieu de pourvoir, par la création d'un sanatorium, aux nécessités qu'imposent les soins à donner aux adultes atteints de tuberculose pulmonaire;

Considérant, en outre, que ce sanatorium serait utilement fondé et entretenu au moyen des ressources fournies par plusieurs municipalités réunies en syndicat, conformément aux prescriptions de la loi du 22 mars 1890;

« Délibère :

« Il y a lieu de constituer un syndicat entre les communes intéressées, pour la création et l'entretien d'un sanatorium destiné à donner, aux adultes desdites communes, atteints de tuberculose pulmonaire, les soins médicaux nécessaires à leur état;

« Les frais de premier établissement seront couverts au moyen :

1° Des sommes provenant d'une souscription déjà ouverte;

2° Des subventions de l'Etat et du département;

3° Des produits des dons et legs;

4° Enfin, pour le complément nécessaire, par les communes syndiquées, au prorata de la population officielle de chacune d'elles.

« Ceux d'entretien seront répartis entre les communes sur les mêmes bases. »

§ 7. — Géographie et Colonisation

Les explorations du major Gibbons et du capitaine Lemaire; le haut Zambèze et le haut Congo. — Deux grandes expéditions scientifiques, qui ont été conduites au centre de l'Afrique, de 1898 à 1900, l'une par un anglais, le major Gibbons, l'autre par un belge, le capitaine Lemaire, ont notablement accru nos connaissances sur la partie supérieure des bassins du Congo et du Zambèze. Elles ont, l'une et l'autre, reconnu la ligne de faite qui sépare ces deux fleuves et, s'étant rencontrées, elles ont quelque temps cheminé ensemble; on doit des notions nouvelles à la première de ces deux expéditions sur les sources du Zambèze, et à la seconde, sur celles du Congo.

Le major Alfred Saint-Hill Gibbons avait, en 1895-1896, accompli un premier voyage dans tout le Zambèze supérieur et dans le pays des Barotsé; il avait visité le Mashikoulomboué, le Makouenga, le Matoutala et le Matoka, qui n'avaient été jusque-là traversés que par quelques explorateurs, et avait effectué un parcours total d'environ trois à quatre mille kilomètres. De cette première expédition avaient fait partie aussi M. Percy-C. Reid, ex-officier anglais, un écossais, M. F.-D. Pirie, et un genevois, M. Alfred Bertrand; mais ces voyageurs n'avaient pas tous suivi le même itinéraire, et le capitaine (depuis major) Gibbons s'était séparé de ses compagnons durant presque toute cette exploration.

C'est précisément pour compléter son étude du pays

¹ Nous devons dire toutefois que nous n'aurions jamais pu poursuivre l'œuvre que nous avions entreprise si nous n'avions trouvé l'appui le plus précieux de la part de nos maîtres, les professeurs Giard et Mathias Duval.

¹ Voyez la *Revue* du 15 mai 1900, t. IX, p. 625, et du 15 janvier 1901, t. XI, p. 5.

² *Revue* du 30 janvier 1901, t. XI, p. 61.

des Barotsé que le major Gibbons a entrepris un nouveau voyage en 1898. Il était accompagné des capitaines Quicke, Stevensen, Hamilton et Alexander, celui-ci s'occupant plus spécialement d'ornithologie, et de MM. L. C. Weller et Muller. Ce dernier mourut de dysenterie en cours de route. Organisée sous les auspices du Gouvernement britannique et de la Société de Géographie de Londres, l'expédition était munie de chaloupes et de chalandes en aluminium démontables, et tout avait été prévu pour qu'elle pût se dédoubler en deux expéditions distinctes, chaque fois qu'il paraîtrait utile de le faire.

Parti du Cap, le major Gibbons arriva en août 1898 à Tété, sur le territoire portugais, et, de là, il remonta le Zambèze. Il éprouva de grandes difficultés à cause des nombreux rapides qui gênent le cours du fleuve. Le transport des vapeurs et des marchandises au delà des chutes de Kébrabasa, sur une distance de 65 milles, fut particulièrement pénible, et il fallut employer 537 porteurs. Ce fut à Chkoka que M. Gibbons réunit les pièces démontées de son steamer pour remonter le fleuve; mais, en raison de l'impétuosité du courant, on dut faire plusieurs voyages pour transporter toutes les charges.

Le major Gibbons dressa la carte du fleuve et releva beaucoup d'inexactitudes, surtout en ce qui concerne les rapides; ceux-ci sont beaucoup plus nombreux qu'on ne l'avait cru. Le voyageur donna le nom de gorge Livingstone à celle qui est située près de Zoumbo et qui est l'une des plus pittoresques du Zambèze. La navigation cesse aux rapides de Molélé, à environ 20 milles en aval du confluent de la Gouay, qui descend de Boulouwayo. On rencontre encore un grand nombre de rapides jusqu'à 40 milles en amont des chutes Victoria. Après avoir franchi 90 rapides sur une distance de 20 milles, le major Gibbons renonça à aller plus loin. Le 10 mars 1899, il était à Kazoungoula, au confluent du Kouando, près de la frontière allemande; de là, il se dirigea vers Séchéké et Lialoui.

L'expédition entreprit alors l'exploration des affluents de droite du haut Zambèze. Le capitaine Quicke remonta le Kouando jusqu'à sa source, puis, se portant vers le nord, gagna le Loungouebougou, dont la vallée, comme celle des autres cours d'eau de la région, est limitée par des ondulations de sable qui s'abaissent dans la direction du Zambèze.

Le major Gibbons constata que le Kouito, qui coule à l'ouest du Kouando, et qui fut jadis traversé par Brito Capello et Roberto Ivens, doit être reporté plus à l'ouest que ne l'indiquent les cartes. Cette rivière se jette dans l'Okavango, qui, en aval du confluent, croise plusieurs fois le 48° lat. S., puis coule vers le sud-est dans une plaine marécageuse sans décrire les sinuosités que marquent certaines cartes. Un bras fluvial, qui porte le nom de Mag'ouekouana, unit l'Okavango au Kouando ou fleuve de Liuyanti. En suivant ce chenal vers le Kouando, M. Gibbons fut frappé de sa largeur et il en conclut qu'il a dû être autrefois le véritable lit de l'Okavango, lequel aurait alors appartenu au système hydrographique du Zambèze.

De Lialoui, le major Gibbons poursuivit l'exploration du Zambèze supérieur. Il remonta le fleuve en canot jusqu'à Nana-Kandoundou, à l'est du lac Dilolo, puis il suivit la voie de terre.

La découverte la plus intéressante de la Mission, au point de vue géographique, fut celle des sources du Zambèze. Il fut reconnu que leur emplacement doit être reporté à environ 160 kilomètres au nord-ouest de l'endroit qu'on lui assigne ordinairement; elles sont situées dans une région ondulée plutôt que montagneuse, à 1.500 mètres d'altitude environ.

Au point de vue ethnographique, il faut signaler la rencontre dans le Barotsé d'une tribu fort curieuse de Boschimans. Ces indigènes ont la peau très claire et les lèvres rentrantes; ils sont d'assez petite taille. Ils sont armés d'arcs et de flèches, et ne possèdent pas d'habitation; ils dorment en quelque endroit qu'ils se trouvent.

Leur costume consiste simplement en une peau de chat qui leur pend à la ceinture.

La caravane du major Gibbons faisait route vers la Loufira, le fleuve du Katanga, quand, le 15 novembre 1899, à Moubeshe, à trois jours à l'ouest du Loualaba, dans lequel se jette la Loufira, elle trouva la Mission scientifique du Katanga, à la tête de laquelle était le capitaine Lemaire, et elle se joignit à celle-ci. Les deux voyageurs reconnurent ensemble la ligne de partage entre le bassin du Zambèze et celui du Congo, et ils ne se séparèrent qu'à Loukafou, dans le Katanga.

Le major Gibbons poursuivit sa route par Mpoueto, au nord du lac Moéro. De là, il passa sur le Tanganyika qu'il remonta en steamer jusqu'au poste congolais de Ouvia, à l'extrémité septentrionale. Puis, par la vallée du Roussisi, l'explorateur arriva au lac Kivou. Il traversa le massif volcanique qui s'étend jusqu'au lac Albert-Edouard et, après avoir atteint les rives de ce lac, il pénétra dans l'Ouganda. Le 3 mai 1900, il arriva à Afouddi, sur le Nil blanc, en face de Doufile. Enfin, au poste belge de Kéré, sur le Nil, il trouva un bateau à vapeur qui le conduisit au Caire.

Le capitaine belge Charles Lemaire, qui avait été chargé de reconnaître la partie sud-est des territoires de l'Etat indépendant du Congo, et dont le major Gibbons a fait la rencontre, a rapporté lui aussi de son voyage un certain nombre d'observations géographiques importantes.

Partie d'Europe le 12 avril 1898, l'expédition comprenait, outre son chef, MM. Quemper-Voss et de Windt, géologues; Michel, sous-intendant; Dardenne, peintre-dessinateur; Questiaux, prospecteur; de Harinck, chef d'escorte, et un anglais, M. Caysney; elle avait un important bagage d'instruments scientifiques et deux pirogues démontables en aluminium.

L'expédition, qui avait laissé Chindé, à l'embouchure du Zambèze, au mois de juin 1898, atteignit, le 30 juillet, le lac Tanganyika par le Chiré et le lac Nyassa. Elle eut à déplorer la mort de deux de ses membres, MM. de Windt et Caysney, qui se noyèrent dans le Tanganyika, au cours d'une tempête, dans la nuit du 9 au 10 août.

La Mission Lemaire a déterminé d'une façon précise la position du lac Moéro. Des observations faites antérieurement sur la rive septentrionale de cette nappe avaient déjà établi que Mpoueto est à 8° 28' 32" lat. S. et 28° 52' 22" long. E. de Gr., à une altitude de 930 mètres, soit au niveau même du lac. M. Lemaire a fait, à son tour, au village de Kubeca, situé sur la rive méridionale et à quelques mètres au-dessus du Moéro, des observations qui ont donné comme résultats: latitude, 9° 23' 21" S., et longitude, 28° 21' 16" E. de Gr.

L'une des questions les plus importantes qui aient été élucidées par la Mission Lemaire est celle des sources du Congo. On sait que les géographes ne sont pas d'accord sur la détermination du cours d'eau qu'il convient de regarder comme la branche initiale de ce grand fleuve.

Les explorations du Dr Reichard, en 1883-1884, et celles de Capello et Ivens, en 1884-1885, avaient fait admettre que le Loualaba, coulant près de Kibouiri, dans le Katanga, et ayant sa source vers 12°30' de lat. S., devait être considéré comme la branche maîtresse du grand fleuve africain. Mais les Anglais ont généralement admis, et cette opinion est maintenue par eux sur leurs cartes les plus récentes, que la source du Congo doit être cherchée dans le cours d'eau qui, sous le nom de Tchozi, puis de Tchambézi, a son origine par environ 9° de lat. S. et 30° de long. E. de Paris, dans le plateau qui sépare les lacs Nyassa et Tanganyika; ce cours d'eau est celui qui devient le Louapoula après avoir traversé le lac Bangouelo.

Enfin, d'après une troisième théorie, il faut voir la source du Congo dans celle du Louboudi, qui est la branche occidentale du Loualaba. Cette opinion, qui a été proposée, en 1894, par M. Wauters, dans le *Mouvement géographique* de Bruxelles, est celle qui répond le mieux aux données géographiques et géologiques les

plus récentes. Le Congo, d'après lui, c'est le Louboudi, de Franqui et Cornet, continué par le Kamolondo, de Brasseur, venant s'embrancher sur le Louapoula, de Livingstone.

M. Lemaire, après avoir exploré et étudié les cours d'eau du Katanga, s'est entièrement rangé à la manière de voir de M. Wauters et a reconnu dans le Louboudi le cours principal du Congo, mais en reportant la source du fleuve à une branche de ce cours d'eau appelée Kouléchi. M. Lemaire a constaté qu'en effet, des trois branches qui forment le Louboudi, à savoir le Louboudi, la Kouléchi et le Louganda, la seconde possède un débit qui est au moins double de celui du Louboudi.

Nous devons aussi à la Mission Lemaire des renseignements très précis sur la ligne de faite Congo-Zambèze. Jusqu'à ce jour, on s'était généralement imaginé que cette ligne était constituée par une région marécageuse servant à la fois de réservoir aux affluents du Congo et à ceux du Zambèze. Tout au contraire, M. Lemaire a pu constater que le partage des eaux ne présente nulle part ce caractère d'indécision dont ont parlé les voyageurs; s'il n'y a pas un relief montagneux sensible entre les deux bassins, partout M. Lemaire, comme d'ailleurs le major Gibbons, a reconnu l'existence d'une frontière très nette. La séparation des eaux est marquée par une plaine sablonneuse, parsemée de maigres bouquets de bois, principalement de palmiers nains, qui alternent avec des parties nues d'où surgissent quelques roches, plus généralement d'origine éruptive que sédimentaire ou métamorphique.

Quant au lac Dilolo qui, d'après Livingstone, se serait déversé en partie dans le bassin du Congo par le Kassai, en partie dans celui du Zambèze par la Lotemboué méridionale et la Liba, il ne serait, d'après M. Lemaire, qu'un grand étang sans communication avec le Kassai. Aux très fortes pluies, il semble bien déborder vers la rivière Lotemboué, mais au moment où l'a vu le capitaine Lemaire, il était complètement isolé, et sans communication avec le Zambèze.

Parmi les autres résultats scientifiques de la mission Lemaire, il faut ajouter que M. Quemper-Voss a fait, au cours de ce voyage, d'importantes études géologiques. En ce qui concerne les prétendues richesses minières du Katanga, elles ont été très exagérées; la mission a trouvé seulement un peu de cuivre et, sur la ligne de faite Congo-Zambèze, beaucoup de limonite et parfois de l'hématite, mais elle n'a nulle part rencontré de métaux précieux. Sur les bords du Louboudi, elle a reconnu des traces de stations préhistoriques.

Gustave Regelsperger.

La Consommation du thé et du café dans quelques pays. — Le tableau ci-dessous donne les chiffres de consommation de thé et de café pour un certain nombre de pays, par année et par tête d'habitant :

Pour le thé :

	1884	1898
Angleterre	0k220	2k647
Russie	0,304	0,340
Allemagne	0,031	0,050
Hollande	0,440	0,625
France	0,013	0,022
Etats-Unis	0,490	0,432

Comme on le voit, c'est en Angleterre que le thé est consommé en plus grande quantité. Cette denrée jouit dans les colonies anglaises de la même faveur que dans la métropole, car, pour l'année 1899, la consommation s'est élevée, par tête d'habitant, à 3 kil. 330 pour l'Australie et à 2 kil. 125 pour le Canada (année finissant le 30 juin).

Au contraire, la consommation de thé est très restreinte en Allemagne et surtout en France.

En ce qui concerne le café nous trouvons les chiffres suivants :

	1884	1899
Angleterre	0k405	0k324
Russie	0,076	0,063
Allemagne	2,376	2,754
France	1,773	2,079
Italie	0,353	0,441
Autriche-Hongrie	0,904	0,918
Etats-Unis	4,167	4,747

Si l'Angleterre consomme une grande quantité de thé, on voit qu'en revanche la consommation du café est très restreinte, tandis qu'elle est très élevée et qu'elle s'accroît d'année en année en Allemagne, en France et surtout aux Etats-Unis. H. L.

§ 8. — Langue scientifique

Délégation pour l'adoption d'une langue auxiliaire internationale. — MM. le commandant Guguin, C.-A. Laisant, répétiteur à l'Ecole Polytechnique, Ch. Limousin, André Lalande, docteur ès lettres, L. Couturat, chargé de Cours à l'Université de Toulouse, et L. Leau, docteur ès sciences, délégués par divers Congrès ou Sociétés pour étudier la question d'une Langue auxiliaire internationale, sont tombés d'accord sur les points suivants :

1^o Il y a lieu de faire le choix et de répandre l'usage d'une Langue auxiliaire internationale, destinée non pas à remplacer dans la vie individuelle de chaque peuple les idiomes nationaux, mais à servir aux relations écrites et orales entre personnes de langues maternelles différentes;

2^o Une Langue auxiliaire internationale doit, pour remplir utilement son rôle, satisfaire aux conditions suivantes :

1^{re} condition. — Etre capable de servir aux relations habituelles de la vie sociale, aux échanges commerciaux et aux rapports scientifiques et philosophiques;

2^{me} condition. — Etre d'une acquisition aisée pour toute personne d'instruction élémentaire moyenne, et spécialement pour les personnes de civilisation européenne;

3^{me} condition. — Ne pas être l'une des langues nationales.

3^o Il convient d'organiser une Délégation générale représentant l'ensemble des personnes qui comprennent la nécessité ainsi que la possibilité d'une langue auxiliaire, et sont intéressées à son emploi. Cette Délégation nommera un Comité composé de membres pouvant être réunis pendant un certain laps de temps.

Le rôle de ce Comité est fixé aux articles suivants.

4^o Le choix de la Langue auxiliaire appartient d'abord à l'Union internationale des Académies, puis, en cas d'insuccès, au Comité prévu à l'article 3;

5^o En conséquence, le Comité aura pour première mission de faire présenter, dans les formes requises, à l'Union internationale des Académies, les vœux émis par les Sociétés et Congrès adhérents, et de l'inviter respectueusement à réaliser le projet d'une Langue auxiliaire;

6^o Il appartiendra au Comité de créer une Société de propagande destinée à répandre l'usage de la Langue auxiliaire qui aura été choisie;

7^o Les soussignés, actuellement délégués par divers Congrès et Sociétés, décident de faire des démarches auprès de toutes les Sociétés savantes, commerciales et de touristes, pour obtenir leur adhésion au présent projet;

8^o Seront admis à faire partie de la Délégation les représentants de Sociétés régulièrement constituées, qui auront adhéré à la présente Déclaration.

1. S'adresser pour renseignements ou adhésion, à M. L. Leau, 54, rue Saint-Placide, Paris.

L'INDIGO NATUREL ET L'INDIGO ARTIFICIEL

PREMIÈRE PARTIE : PRODUCTION DE L'INDIGO NATUREL

Parmi les nouveautés qui ont figuré à l'Exposition de 1900, dans le domaine de l'Industrie chimique, il n'y en a pas de plus instructive que celle qui fera l'objet de cet exposé. La fabrication industrielle de l'indigo, en partant du goudron de houille, est en effet intéressante, et par les problèmes d'ordre économique qu'elle soulève, et par les réflexions qu'elle suggère.

À trente ans environ de distance, c'est la même lutte qui se renouvelle entre l'Industrie, fécondée et inspirée par la Science, et l'Agriculture, s'immobilisant dans ses méthodes séculaires, parce qu'elles étaient rémunératrices et qu'elles n'exigeaient qu'un minimum d'efforts. Mais si, dans la lutte présente, nous nous trouvons encore en face du même champion qui a su mettre en valeur la synthèse de l'alizarine de MM. Graebe et Liebermann, et a en quelque sorte consommé la ruine de certains de nos départements agricoles, jadis les plus florissants, ceux qui produisaient la garance, l'agriculture de notre pays n'est pas en cause pour le moment. C'est à peine si quelques-unes de nos colonies peuvent, en effet, être légèrement atteintes par le conflit. Ce sont les producteurs des Indes anglaises, de Java, du Guatemala, etc., qui sont principalement menacés. Des deux côtés les parties ont pris position et, si par le bas prix du sol, le bon marché de la main d'œuvre et la simplicité des opérations, les producteurs d'indigo se trouvent dans une situation plus favorable que jadis les garanciers, il ne faut pas se dissimuler qu'ils ont en face d'eux un concurrent redoutable, qui dispose de moyens intellectuels et matériels puissants. À ce concurrent, que ses succès industriels ont, à juste titre, encouragé, voire même enhardi, pourrait bien s'en ajouter un autre, si la matière première nécessaire à l'élaboration de son procédé pouvait lui être livrée en quantités suffisantes et dans des conditions avantageuses. Nous n'hésitons même pas à ajouter que si ces conditions se réalisaient, et si, d'autre part, les rendements des opérations augmentaient, la victoire reviendrait à ce dernier.

Avant d'aborder l'étude des divers procédés de synthèse qui successivement sont entrés dans le domaine de l'application, nous allons faire un court historique de l'indigo naturel, des plantes qui le produisent, de leur mode de traitement, des réactions qui se passent dans les cuves d'extraction et pendant le battage, et enfin du prix de revient de la matière colorante.

I. — PRÉPARATION DE L'INDIGO NATUREL.

Depuis l'introduction, sur le marché, de l'indigo synthétique, les producteurs d'indigo naturel se sont avec raison préoccupés de l'avenir de la culture de la plante qui le fournit. Les Gouvernements de la Grande-Bretagne et de la Hollande, directement atteints dans leurs colonies, ont cherché un remède au nouvel état de choses, et ont saisi les hommes de science de la question. Il en résulte que, depuis quelque temps, on a étudié de plus près cette culture, et on a surtout cherché à améliorer les procédés d'extraction, de façon à augmenter le rendement en matière tinctoriale. Tous ces essais ont fait l'objet de communications, de conférences et de monographies, parmi lesquelles nous citerons en première ligne une conférence due à M. Rawson, et insérée dans le journal de la Société des Arts de Londres, une autre conférence faite par M. Nœlting à la Société industrielle de Mulhouse, et enfin celles de M. Baeyer et de M. Brunek publiées dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin*. Nous avons, d'autre part, reçu des renseignements précieux de quelques-uns de nos colons de la Martinique et du Tonkin, de telle sorte que nous pouvons à l'heure présente déjà nous faire une idée approchée des chances qui restent au produit naturel, et savoir quelles conditions de prix doit remplir l'indigo artificiel pour être en mesure de supplanter son rival.

§ 1. — Historique.

Il semble que l'emploi de l'indigo comme matière tinctoriale date de la plus haute antiquité. On a découvert que des tissus bleus, trouvés sur des momies égyptiennes vieilles d'environ cinq mille ans, avaient été teints à l'indigo. Dioscorides en fait déjà mention, et Pline en donne la description sous le nom d'*indicum*, et relate qu'il fut importé des Indes en Europe ; mais il paraît ne pas avoir connu ni son origine, ni sa composition. Dans plusieurs écrits anciens, le nom *Nila* a été employé pour désigner l'indigo et la plante dont il dérive.

Avant le xvi^e siècle, on employait très peu d'indigo en Europe, et, durant de nombreuses années, la consommation en était plutôt minime, par suite de l'opposition des cultivateurs de pastel qui, en Angleterre, en France et en Allemagne, incitèrent les

* La plupart des données concernant la culture et le traitement des plantes à indigo sont empruntées à la conférence remarquable de M. Rawson.

pouvoirs publics à en proscrire l'emploi. Les cultivateurs de pastel prétendaient que l'indigo était non seulement une teinture peu solide, mais que c'était une drogue corrosive et pernicieuse; en réalité, ils craignaient que l'importation de l'indigo ne consommât la ruine de leur industrie.

En France, la loi était si sévère que Henri IV fit publier un édit condamnant à la peine de mort quiconque emploierait cette drogue pernicieuse, appelée nourriture du diable.

§ 2. — Origine.

L'indigo ne croît que sous les tropiques; les principaux lieux de production sont les Indes, et tout spécialement le Bengale, l'Oudhe, Madras. On le fabrique aussi à Java, Manille, en Chine, au Japon, au Tonkin, au Cambodge, dans l'Amérique centrale (Guatemala, Mexique, Salvador), ainsi que dans certaines parties de l'Afrique. La plupart de ces pays ont tenu à montrer leurs produits à l'Exposition de 1900.

Les principales plantes d'où l'on retire l'indigo sont : l'*Indigofera tinctoria*, l'*Indigofera anil*, l'*Indigofera disperma* et l'*Indigofera argentea*. Il y a encore de nombreuses variétés de moindre importance.

D'autres plantes que celles de l'espèce *Indigofera* fournissent aussi de l'indigo, mais dans une proportion relativement moindre. Il en est ainsi de la *Weigelia tinctoria* (Madras), du *Strobilanthes laecidifolia* (Assam), du *Tephrosia toxicaria* (Bombay), du *Polygonum tinctorium* (Chine et Russie), du *Lonchocarpus cyanescens* (côte occidentale de l'Afrique), et de *Isatis tinctoria* (Chine, Afghanistan, etc.).

L'*Isatis tinctoria* ou pastel, très répandu jadis en Europe, n'est plus guère cultivé que dans le Lincolnshire, et, sur le continent, dans le sud de la France, la Hongrie, etc.; mais on ne l'emploie plus isolément pour la teinture.

§ 3. — Culture.

De toutes les plantes que nous venons de citer, la plus répandue est, sans contredit, l'*Indigofera tinctoria*, qui seule est cultivée au Bengale. Avant de semer la graine, la terre est soumise à une préparation assez laborieuse. En octobre, dès que la saison manufacturière est terminée, la terre est défoncée au moyen d'une grande houe, après quoi elle reçoit un labour par la charrue. Dans le but de casser les mottes et de l'adoucir, on promène sur la terre soit une pièce de bois de cinq à huit pieds de long et ayant un côté plat, soit un rouleau très lourd. On laboure la terre encore trois ou quatre fois, et finalement les petites mottes de terre sont finement pulvérisées par des femmes et des enfants,

qui emploient à cet effet des baguettes courtes mais solides. La graine est semée au moyen d'un semoir vers la fin de février ou au commencement de mars.

Elle lève au bout de quatre à cinq jours et, vers le milieu de juin, époque à laquelle la saison manufacturière commence habituellement, la plante atteint la hauteur de trois à cinq pieds, avec une tige ayant environ un quart de pouce de diamètre.

La récolte de l'indigo est des plus précieuses. L'abondance de pluies, comme leur rareté, sont également nuisibles. Quand la saison n'est pas favorable, il arrive que l'on soit obligé de semer trois fois et même quatre fois. Outre les fluctuations du temps, trop grande humidité ou trop grande sécheresse, la destruction de la plante peut encore se produire du fait de petites punaises, de chenilles et même de certaines fourmis blanches.

La feuille de l'indigo est d'une couleur vert jaunâtre et rien n'indique qu'elle contient une matière colorante bleue.

Le rendement de l'indigo à l'acre (4.046 m²) varie considérablement.

Le rendement d'une récolte de bonne moyenne peut être évalué de 50 à 60 quintaux (2.500 à 3.000 kilos) à l'acre. En prenant pour base le chiffre le plus faible, on trouve qu'une récolte d'indigo enlève à l'acre 53 kil. 500 de matière minérale, dont 4 kilos d'acide phosphorique et 12 kg. 450 de potasse. L'azote y figure en outre pour 17 kilos; mais, comme l'indigo est une plante de la famille des Légumineuses, il est probable qu'une partie de cet azote est fournie par l'atmosphère. La plante épuisée, ainsi que celle de rebut, sont à peu de chose près les seuls engrais utilisés aux Indes. Cette dernière constitue même un engrais supérieur, car elle contient tout ce qui est nécessaire aux besoins d'une nouvelle récolte.

Aux Indes, il semble que la culture de l'indigo constitue une monoculture; mais, ainsi que le fait observer un de nos producteurs les plus avisés de la Martinique, on peut aussi l'envisager comme plante d'assolement productrice d'engrais. Dans ce dernier cas, elle permettrait la régénération des terres épuisées par une trop longue monoculture de la canne à sucre. M. Thierry a fait, à ce sujet, des expériences pratiques établissant que non seulement la culture de l'indigo restait lucrative, mais améliorerait le terrain à tel point que les cannes à sucre, cultivées après un tel assolement, donnaient un rendement presque double du rendement moyen normal, sans augmentation de dépenses.

Et M. Thierry ajoute : Par l'indigo, ce serait la culture perfectionnée qu'on pourrait appliquer dans les contrées ruinées par la monoculture de la canne à sucre.

II — FABRICATION DE L'INDIGO.

Elle comprend les opérations suivantes :

- 1° Coupe de la plante;
- 2° Chargement des cuves et extraction;
- 3° Battage;
- 4° Ebullition et filtrage;
- 5° Compression et coupage;
- 6° Séchage.

§ 1. — Récolte de la plante.

Elle commence ordinairement au milieu de juin.

Après la première coupe, la plante donne de nouvelles feuilles et après deux ou trois mois, on procède à la deuxième récolte. A Béhar, où la fabrication est presque exclusivement dirigée par des Européens, la première récolte, qui est considérée comme la principale, est appelée *Morhan* et la seconde *Khoontie*.

Au Cambodge, en Cochinchine, au Tonkin et en Chine, il semble au contraire que l'exploitation se fasse exclusivement par les indigènes, et on considère la seconde coupe comme supérieure à la première¹.

Les indigos qu'on prépare dans ces contrées sont d'ailleurs inférieurs à ceux des Indes, en raison même du traitement primitif auquel on les soumet.

A Béhar, les travaux qu'exige une exploitation d'indigo sont généralement divisés en un certain nombre de factoreries, de 2 jusqu'à 10 ou 12, suivant l'étendue de l'exploitation. Chaque factorerie s'occupe de la récolte dans un rayon de 4 à 5 milles.

On trouvera, dans la figure 1, extraite de la conférence de M. Rawson, le plan général d'une factorerie d'indigo de petite importance.

Cette factorerie possède six cuves à extraction C et deux cuves à battage E H. Les premières sont disposées à un niveau plus élevé que les dernières.

Chacune des cuves à extraction a une capacité d'un peu plus de 1.000 pieds cubes. Les dimensions actuelles sont 18 pieds sur 16, par 3 pieds 9 pouces de profondeur, la profondeur étant mesurée à partir des poutres transversales et non du sommet de la cuve. Chaque cuve à battage s'étend sur toute la longueur des six cuves à extraction et a comme largeur 13 pieds 6 pouces; au milieu de chaque cuve à battage et sur toute sa longueur, à l'exception d'un espace ménagé à chaque extrémité, s'élève une paroi de 3 pieds de hauteur qui la partage en deux parties, tout en permettant au liquide de circuler lorsque la roue à battage est mise en mouvement. Les cuves sont construites en

briques et sont doublées en ciment de Portland.

La roue à battage E est constituée par un arbre de couche armé de trois rangées de rayons, et ces rayons, au nombre de 6 dans chaque rangée, sont pourvus, à leur extrémité, de lames qui, en tournant, frappent le liquide, et le font circuler continuellement.

Les cuves sont habituellement librement exposées à l'air, bien que dans certains cas elles soient couvertes.

Bien entendu les dimensions, la forme, le nombre de ces cuves peuvent varier d'un endroit à un autre. Autrefois le liquide était battu à la main et l'est encore d'une manière générale à Madras, dans quelques provinces du Nord-Ouest, et certainement aussi au Cambodge, au Tonkin et en Chine.

Le matériel d'exploitation d'une usine, à part les cuves, comprend un générateur ainsi qu'une machine à vapeur I, des pompes J, des cuves à faire bouillir M, des filtres K, des presses L, un séchoir et divers ateliers. Le séchoir et les ateliers ne figurent pas sur le plan.

§ 2. — Chargement des cuves à extraction.

La première opération consiste à nettoyer à fond les cuves, et ce travail est fait soigneusement chaque jour. L'indigo est ensuite empilé dans les récipients, les tiges étant placées plus ou moins verticalement, de façon à permettre à l'air de s'échapper plus librement et au liquide, après l'extraction, de s'écouler aussi complètement que possible.

La quantité de plante fraîche que reçoit une cuve de 1.000 pieds cubes, varie de 3.000 à 4.800 kilos. Après l'avoir chargée, on place au sommet de la cuve, et en travers, un certain nombre de pièces de bambou qui sont reliées entre elles et maintenues dans leur position par trois ou quatre fortes pièces de bois, elles-mêmes fixées par des chevilles en fer à des montants disposés sur les côtés du récipient.

On introduit ensuite l'eau dans la cuve jusqu'à ce que son niveau atteigne, à quelques pouces près, les poutres placées au sommet. Si on la remplissait complètement, le liquide finirait par déborder, car la plante subit un gonflement considérable pendant la macération.

Il est indispensable d'avoir de l'eau en abondance et de bonne qualité; car de la qualité de l'eau dépend beaucoup la réussite de l'opération. L'eau de rivière, de lac et l'eau de pluie sont les principales sources d'approvisionnement. Les eaux chargées de matières organiques donnent de mauvais résultats, tant au point de vue du rendement, que de la qualité de l'indigo.

La durée de l'opération de l'extraction est de neuf à quatorze heures, suivant la température et

¹ Renseignements particuliers.

les autres conditions climatiques. L'eau n'agit pas immédiatement sur la plante, et durant une heure ou deux il ne se produit aucune réaction. Sitôt que l'eau pénètre la feuille, l'extraction du principe colorant se fait rapidement. Ce principe colorant est, en effet, très soluble dans l'eau. Après deux ou trois heures, le niveau du liquide s'élève dans la cuve, des bulles gazeuses montent à la surface, laquelle se couvre bientôt d'une épaisse écume. Il se produit un fort dégagement d'acide carbonique et ultérieurement du méthane et de l'hydrogène.

Après une certaine période de fermentation, le liquide s'affaisse, ce qui indique aux surveillants, avec certitude, que la plante est suffisamment infusée. Une vanne de décharge D étant alors ouverte, le liquide s'écoule dans la cuve de battage.

La feuille qui, avant l'extraction, était d'une couleur jaunâtre, est maintenant d'un vert bleuâtre et semble de ce chef contenir plus d'indigo que la plante à l'état primitif. Il n'en est cependant rien, car on ne trouve aucun avantage à faire une seconde extraction.

Après l'écoulement de l'eau, la plante, dont la température s'élève rapidement, est entassée au dehors pour servir d'engrais par la suite, et les cuves sont de nouveau préparées en vue d'une opération.

§ 3. — Battage.

Le liquide provenant de la cuve à extraction a une couleur qui varie de l'orangé vif au vert olive, et possède une fluorescence particulière. Lorsque toutes les cuves sont déchargées, la roue est peu à peu mise en mouvement, pour atteindre graduellement un maximum de tours. Dans des conditions normales, l'opération du battage dure de deux à trois heures, bien que, dans certains cas, elle puisse

être réduite à une heure ou à une heure et demie. Le liquide, tout en se couvrant d'écume d'une épaisseur variable, passe par les nuances variées du vert au bleu indigo sombre. Afin de s'assurer si le battage est suffisant, on prélève une petite quantité du liquide et on le verse sur une assiette blanche. Si le précipité se dépose rapidement, laissant un liquide clair, le battage est considéré comme terminé, et la roue est arrêtée.

On ajoute parfois un peu de chaux à la solution à examiner ou, ce qui vaut mieux encore, on sature du papier filtre avec le liquide et on le soumet aux vapeurs d'ammoniacale. La moindre trace de coloration bleue indique que l'opération du battage n'est pas complète.

Un autre mode d'oxydation consiste à faire passer un courant d'air dans la solution et il paraît donner de très bons résultats.

Après le battage, on laisse déposer l'indigo, ce qui exige deux ou trois heures, après quoi on fait évacuer le liquide surnageant, soit par la surface au moyen de puissoirs, soit en enlevant des bouchons en bois disposés aux bas côtés de la cuve.

Le fond de la cuve est incliné vers l'un des angles, où se rassemble l'indigo précipité, qui est passé à travers un ou deux tamis d'où il coule dans une citerne. De là on le fait passer dans un grand réservoir rectangulaire en fer. Dans son passage de la citerne au réservoir à ébullition M, l'indigo est à nouveau tamisé deux fois, pour éviter qu'il contienne des débris de plantes et de terre.

§ 4. — Ebullition et filtrage.

Le liquide contenant de l'indigo en suspension (jusqu'à 5 %) a ordinairement, lorsqu'il est élevé par une pompe à vapeur, une température de 60 à 66° C. On le porte à une température de 85 à 100° C.

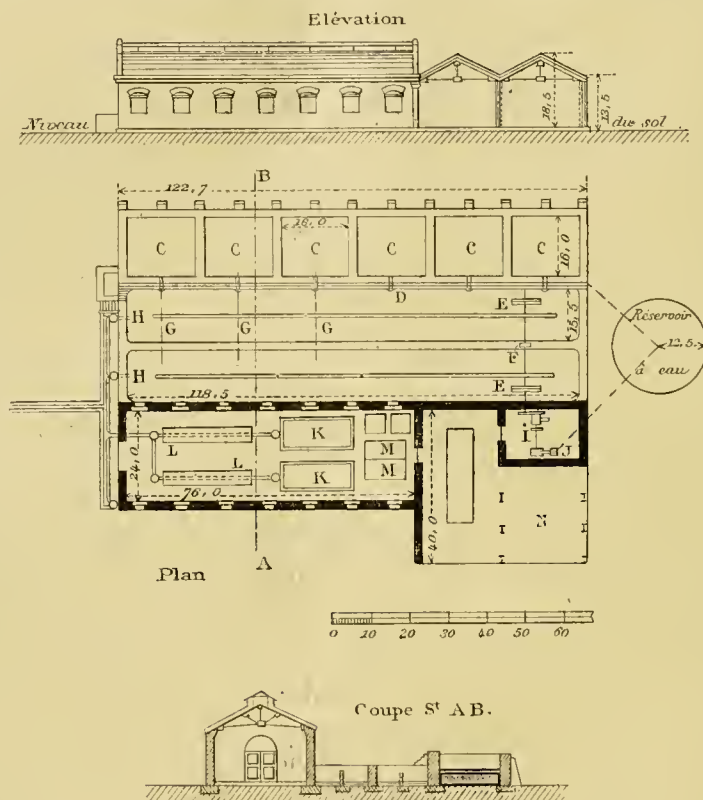


Fig. 1. — Plan d'une factorerie d'indigo de petite importance. — C, cuves à extraction; D, vannes de décharge; E, roues de battage; F, manchon de raccord; G, tuyaux de conduite pour la 2^e cuve de battage; H, écoulement des cuves; I, moteur à vapeur; J, pompe; K, tables; L, presses; M, chaudières à ébullition; N, charbon.

qu'on maintient pendant un quart d'heure ou une demi-heure. Cette opération a pour but :

1° D'empêcher la putréfaction du liquide, décomposition qui ne manquerait pas de se produire, étant donné le climat de l'Inde.

2° De dissoudre une partie des matières brunes qui ont été précipitées avec la « fécule » d'indigo, et obtenir ainsi une plus belle qualité.

3° De permettre aux particules de la matière colorante de se déposer plus promptement et par suite de faciliter une évacuation plus rapide du liquide inutilisable.

L'indigo une fois déposé, on décante le liquide clair surnageant et on fait passer le colorant à travers des tamis sur un grand filtre appelé « table ». Le plan nous montre deux tables K ayant chacune 18 pieds de longueur et 7 pieds de largeur. Ces tables sont recouvertes de lattes étroites et parallèles assujetties sur un cadre solide en bois, dont les côtés, ayant environ 18 pouces de hauteur, sont en pente à l'extérieur. La table, placée dans une sorte d'auge peu profonde faite en ciment, est recouverte d'une pièce de drap fort, fabriqué spécialement à cette intention. Après le premier filtrage le liquide est bleu; on l'amène de nouveau sur le filtre au moyen d'une pompe, jusqu'à ce qu'il soit parfaitement clair; il est alors couleur de vin de Xérès. Quand le liquide est complètement égoutté, on recueille la masse pulpeuse qui, dans cet état, renferme de 8 à 12 % d'indigotine prête à être pressée.

§ 5. — Compression et coupage.

La presse L est composée d'une très forte boîte rectangulaire dont tous les côtés ont de très nombreuses perforations, et qui est convenablement garnie de deux épaisseurs de drap fort et d'un tissu serré. Elle est placée au-dessous de vis puissantes que l'on fait tourner au moyen de longs leviers.

On introduit dans la caisse un volume de pâte calculé de façon à obtenir, une fois pressé, un pain ayant de trois à trois pouces un quart d'épaisseur, et on soumet la masse à une pression lente et graduelle.

Quand il ne s'écoule plus de liquide, on desserre progressivement les vis, on retire le pain qui renferme environ 70 % d'eau et, à l'aide d'un fil de cuivre, on le coupe en morceaux cubiques d'environ trois pouces à trois pouces et demi de côté.

§ 6. — Séchage.

Cette opération se fait dans une construction élevée et bien aérée, pourvue de rayons en bambou léger ou en toile métallique espacés d'un pied, sur lesquels les cubes sont placés. Le séchage dure environ deux ou trois mois, et s'opère très lente-

ment, l'air étant très humide à cette époque de l'année. Pendant le séchage, il se produit un fort dégagement d'ammoniaque, et les pains se couvrent d'une épaisse végétation cryptogamique qu'on enlève au moyen de brosses avant de les emballer.

III. — GENÈSE DE L'INDIGO.

§ 1. — Indican.

M. Schunck¹ fut le premier qui attribua la formation de la matière colorante, dans les plantes à indigo, à un principe particulier et amorphe, auquel il donna le nom d'*indican*. Il assigna à celui retiré de l'*Isatis tinctoria* la formule $C^{26}H^{34}AzO^{17}$.

En 1887, M. Alvarez², étudiant les microbes déposés sur les feuilles d'*Indigofera*, en découvrit un (*Bacillus indigogenus*), appartenant au groupe des bacilles capsulés, qui, ensemencé, à l'état de culture, dans une décoction stérile de feuilles d'*Indigofera*, détermine la formation d'indigo. Dans cette fermentation, il y aurait deux actes successifs : l'un, microbien, qui aboutit à la genèse de l'indigo blanc; l'autre chimique, qui consiste dans la transformation de l'indigo blanc en indigo bleu par oxydation.

Dès 1893³, MM. C. L. v. Lookeren-Campagne et van der Veen ont admis que le dédoublement de l'indican lévogyre, en glucose dextrogyre et en un corps qu'ils regardent comme de l'indigo blanc, ainsi qu'en d'autres corps azotés, était dû à la présence d'une enzyme qui, une fois la plante morte au sein de l'eau de macération, diffuse à travers les cellules, et exerce son action hydrolysante. L'indigo blanc, une partie de l'indican non transformé et d'autres substances azotées, restent dissous à la faveur de la chaux et, en faisant barboter l'oxygène, l'indigo blanc est oxydé en indigo bleu, tandis que les autres produits fournissent de l'indigo brun. Quand à l'indirubine, elle peut constituer un autre produit d'oxydation ou de dédoublement de l'indican.

M. le Professeur H. Molisch⁴, à la suite de ses études faites à l'une des stations d'essai de Java, arrive à peu près au même résultat, et exclut également l'action des bactéries et des moisissures.

M. le D^r Bréaudat⁵, en opérant sur l'*Isatis alpina*, les *Indigofera anil* et *tinctoria* et l'*Isatis tinctoria*, a réussi à montrer que le suc des plantes à indigo

¹ *Philos. Magaz.*, t. XV, p. 73; t. XV, p. 29, 117, 183.

² *Revue des Matières colorantes* de M. L. Lefèvre, t. IV (1898), p. 454.

³ *Tydschrift voor Nijverheid en Landbouw en N. Indië*, t. XLVI. *Die landwirtschaftl. Versuchstationen*, t. XLIII, p. 401; t. XLV, p. 193; t. XLVI, p. 249. *Chem. Zeit.*, 1899, p. 165.

⁴ *Sitzungsber. der Kaiserl. Akademie der Wissensch.*, Vienne, 1898, t. CVII, Fasc. I.

⁵ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (1898), t. CXXVII, p. 769 (1899), t. CXXVIII, p. 1478.

contient deux diastases : l'une douée d'un pouvoir hydratant, capable de dédoubler l'indican; l'autre, possédant des propriétés oxydantes, qui se manifestent surtout en présence d'alcalis, de terres alcalines et des carbonates correspondants.

M. Marchlewski¹ émit plus tard l'hypothèse que l'indican pouvait être considéré comme un produit de condensation d'une molécule d'indoxyle avec une molécule de glucose, et proposa pour le glucoside la formule $C^{14}H^{17}O^6Az$.

M. Hazewinkel², M. Beyerinck³ et M. van Romburg⁴ ont enfin prouvé, indépendamment l'un de l'autre, que l'indican se scinde, sous l'influence des acides et des ferments, en indoxyle et en glucose. Le glucoside de l'*Isatis tinctoria* est appelé *isatan* par M. Beyerinck, tandis qu'à l'enzyme qui le dédouble l'auteur a donné le nom d'*isalase*.

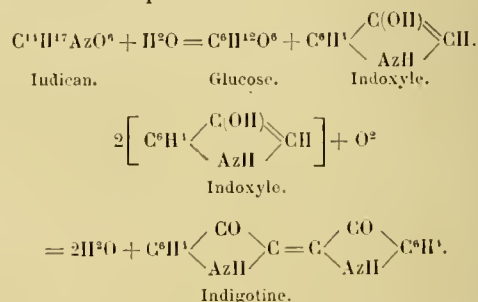
Dans une série d'essais, exécutés sur des feuilles d'*Indigofera leptostachya*, M. Hazewinkel a nettement mis en évidence ce fait que des feuilles d'indigo plongées dans de l'eau bouillante ou dans des solutions antiseptiques fournissent un liquide qui se conserve facilement, s'il n'est pas trop acide, et qui renferme un composé susceptible de fournir de l'indigo quand on le traite : 1° par un acide et un agent oxydant (sel ferrique, par exemple); 2° par une enzyme contenue dans les feuilles; 3° par de l'émulsine; 4° par certaines bactéries. L'auteur isole l'enzyme spéciale de l'indigo de la façon suivante : les feuilles d'indigo sont broyées à froid avec de l'alcool concentré, puis séchées; la poudre est ensuite épuisée par de la glycérine ou par une solution de chlorure de sodium à 10 %. L'auteur donne le nom d'*indiémulsine* à ce ferment.

M. Hazewinkel démontra ensuite, de la façon la plus nette, que, dans le dédoublement de l'indican, il se forme un sucre réducteur et de l'indoxyle, qu'il caractérisa par sa transformation en les trois indogénides dérivées l'une de l'isatine (indirubine), et les deux autres de la benzaldéhyde et de l'acide pyruvique. Il confirma enfin une observation faite par M. van Lookeren-Campagne et M. van der Veen, à savoir que le liquide tenant en dissolution l'indican devenait alcalin après l'oxydation, à la condition, bien entendu, qu'il ne soit pas trop acide avant la fermentation. Il admit finalement que l'indican se trouve à l'état de combinaison saline se dédoublant, dans le cours de la fermentation, de la même façon que le myronate de potasse. L'auteur

ajoute que le fait qu'il se forme de l'indoxyle dans la fermentation, explique la production de quantités notables d'indirubine dans le procédé d'extraction à l'eau chaude ou en liqueur alcaline (*loc. cit.*).

Alors que l'indican isolé par M. Schunck était amorphe, MM. Hoogewerff et H. Ter Meulen¹ ont réussi à l'obtenir cristallisé, en partant des feuilles de *Polygonum tinctorium* et de l'*Indigofera leptostachya*. L'indican ainsi obtenu se présente sous la forme de petites lancettes fondant à 51° en perdant de l'eau. Le produit anhydre fond à 101-102°. Comme l'avait prévu M. Marchlewski, cet indican répond à la formule $C^{14}H^{17}Az O^6 + 3 H^2O$, et est lévogyre.

Quand on fait passer l'air à travers une solution aqueuse d'indican, chauffée préalablement avec de l'acide chlorhydrique, et à laquelle on a ajouté un peu de chlorure ferrique pour accélérer l'oxydation, on obtient 91 % de l'indigotine qu'on devrait obtenir selon l'équation :

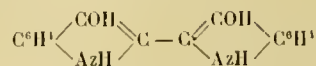


L'indigotine constitue une poudre d'un bleu foncé qui se sublime en prismes de couleur pourpre et à aspect métallique. Broyée dans un mortier, elle prend également l'aspect métallique.

On peut l'extraire de l'indigo soit par sublimation, soit en le faisant bouillir avec de l'aniline, filtrant la liqueur et laissant refroidir; il se dépose des aiguilles d'un bleu sombre ou pourpre ayant un reflet cuivré : elle se dissout aussi dans l'acide acétique glacial, la nitrobenzine et la paraffine bouillante.

Les agents réducteurs convertissent l'indigo bleu en un dérivé incolore, dit indigo blanc ou indigo réduit, soluble dans les liqueurs alcalines.

C'est à l'état d'indigo blanc :



que l'indigo est employé en teinture. La matière à teindre est immergée dans une cuve contenant de l'indigo réduit, puis exposée au contact de l'air. Dans ces conditions, l'indigo blanc, fixé sur la

¹ MARCHLEWSKI et RADCLIFFE, *Journ. Soc. Chem. Industry*, 1898, p. 130.

² Comptes rendus de l'Académie des Sciences d'Amsterdam, du mois de mars 1899, p. 590; *Chem. Zeitung*, t. XXIV, 1900, p. 409.

³ Académie des Sciences d'Amsterdam, séance du 30 septembre 1900.

⁴ *Chem. Zeit.*, t. XXIV, 1900, p. 409.

¹ *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XIX, 1900, p. 166.

fibres, s'oxyde et se transforme en indigotine qui devient insoluble et adhère intimement à la fibre.

§ 2. — Autres constituants de l'Indigo.

L'indigotine est de beaucoup le constituant le plus important de l'indigo naturel. Sa teneur varie considérablement, et va de 5 à 80, et même 88 %.

Mais, outre l'indigotine, la matière colorante naturelle renferme encore de l'*indirubine* ou indigorubine et divers autres produits organiques, parmi lesquels des substances brunes (brun d'indigo), et ce que l'on appelle le *gluten d'indigo*, composés dont l'ensemble peut atteindre de 12 à 30 % de l'indigo.

L'indigo naturel contient aussi plus ou moins de matières minérales qui sont fournies, en partie par la plante, et en partie par les eaux boueuses employées pour la macération.

La quantité de cendres varie de 2 à 60 % et même davantage pour les indigos de la Chine, du Tonkin et du Cambodge. L'indigo Bengale de bonne qualité en contient de 3 à 6 %.

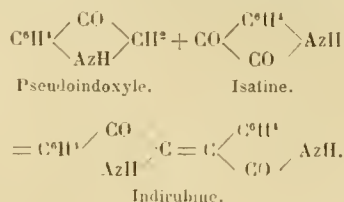
Bien que, dans beaucoup de cas, ce soit grâce à la présence des colorants secondaires mentionnés plus haut qu'on obtient certains effets de teinture, on ne juge cependant de la qualité d'un indigo que par sa teneur en indigotine.

1. *Indigorubine* ou *Indirubine*. — Jusqu'à une époque relativement récente, la proportion d'indirubine contenue dans les indigos Bengale ne dépassait pas 2 %, mais actuellement elle atteint souvent 10 % et même plus. Les indigos de Java en renfermeraient jusqu'à 15 %.

La quantité de cet isomère de l'indigotine, qui prend naissance, dépend sans aucun doute des conditions dans lesquelles se fait le dédoublement de l'indican, lors de la préparation de l'indigo. Il ne semble, en effet, pas que l'indirubine doive sa formation à un glucoside particulier, M. Schunck ayant montré que l'indican, abandonné pendant quelques jours avec de la soude caustique, fournit, non pas de l'indigotine, mais son isomère l'indirubine. D'autre part, M. Hazewinkel attribue de son côté à l'alcalinité du produit de la macération des feuilles, la production plus ou moins grande d'indirubine aux dépens de l'indoxyle, dans le cours de la fermentation, et en particulier vers la fin.

Or, on sait, d'après les travaux de M. Baeyer, qu'on peut obtenir l'indirubine, en même temps que l'indigotine, par réduction du chlorure d'isatine, ou mieux encore par condensation de l'isatine avec l'indoxyle. Dans les conditions où s'opère cette dernière synthèse, il est à supposer que l'indoxyle prend la forme tautomère, à laquelle on a donné le

nom de pseudo-indoxyle, de sorte que l'indirubine peut-être considérée comme l'indogénide α de l'isatine, l'indigotine en étant l'indogénide β .



Cette indirubine est identique avec l'indirubine naturelle'. Étant donnée qu'elle prend naissance dans certaines conditions de fermentation et d'oxydation de l'indican, on peut admettre qu'une plus ou moins grande quantité de l'indoxyle qui se forme s'oxyde en isatine qui, en présence de la pseudoforme du même indoxyle, se condense en indirubine.

MM. Marchlewsky et Radcliffe ont montré que l'indirubine synthétique et l'indirubine naturelle se comportent exactement de la même manière. Ils établirent entre autres que l'indirubine mise en présence d'agents réducteurs *alcalins* se convertit incomplètement en indigotine, mais que la transformation est complète lorsqu'on la traite par des agents réducteurs acides. Vu sa convertibilité en son isomère bleu, étant donnée en outre la faible quantité d'indirubine contenue dans l'indigo naturel, les mêmes auteurs estiment que l'importance attribuée aux propriétés tinctoriales de l'indirubine a été surfaite. D'autre part, cependant, on a reconnu en pratique que lorsque l'indirubine se trouve dans l'indigo en quantités appréciables, elle a beaucoup de valeur, particulièrement dans la teinture de la laine.

2. *Gluten d'indigo*. — Substance amorphe, à consistance gluante, de couleur brun jaunâtre, et possédant des propriétés analogues à celles du gluten végétal ordinaire. Se retire de l'indigo, en même temps qu'une partie des substances minérales, quand on le traite par un acide dilué.

3. *Bruns d'indigo*. — Appelés par Schunck *indirétine* et *indihumine*, ces bruns prennent naissance quand on chauffe pendant un certain temps de l'indican, en dissolution dans l'eau, et qu'on traite ensuite la liqueur par un acide. Il ne se forme dans ces conditions ni indigotine, ni indirubine, mais uniquement des substances brunes constituées par un mélange de plusieurs composés, parmi lesquels M. Schunck a isolé au moins cinq produits.

* M. Rawson ne croit pas à cette identité (*loc. cit.*).

IV. — RENDEMENTS. AMÉLIORATIONS.

Bien que toutes les parties de la plante renferment de l'indican, en pratique on ne traite que les feuilles. Les plus belles tiges mêmes ne contiennent que des traces de colorant.

Selon M. Hazewinkel¹, qui a fait des dosages au moyen de l'hypobromite de soude, les feuilles d'*Indigofera leptostachya* contiennent environ 0 gr. 60 d'indigotine %, tandis qu'un mélange à parties égales de feuilles et de tiges n'en renferme que 0 gr. 30 %.

Avec les méthodes actuellement en usage aux Indes, la plante fraîche fournit (selon M. Rawson) environ 2 kil. 500 d'indigo par 1.000 kilos, et d'après d'autres renseignements venant de Calcutta, 1 kil. 650 seulement par tonne². En ce qui concerne le rendement à l'acre, les données indiquées par M. Rawson concordent approximativement avec celles qui nous sont parvenues, c'est-à-dire qu'il est dans le premier cas de 6 kil. 800, et dans le second 6 kil. 500.

Cet indigo renferme en moyenne 60 % d'indigotine.

L'indigo de Madras est inférieur et titre de 30 à 50 %.

Celui des provinces du Nord-Ouest (Oudhe, etc.) est intermédiaire entre celui du Bengale et de Madras.

L'indigo de Java est le plus riche et a une teneur de 72 jusqu'à 82 %.

L'indigo de Guatemala renferme environ 40 % d'indigo³.

Un échantillon d'indigo de la Martinique, que nous avons trouvé au pavillon de cette colonie à l'Exposition de 1900, a donné, à l'analyse, 73,5 % d'indigotine.

Enfin, les indigos du Cambodge, de la Chine et du Tonkin, ont des teneurs qui varient de 5 à 12 % d'indigotine. Cette faible teneur provient de ce que le liquide de macération de la plante est précipité par la chaux, avant d'être soumis au battage.

Au Béhar, avec deux coupes, le kilo d'indigo revient à 6 fr. 50.

A la Martinique, d'après des renseignements qu'a bien voulu nous fournir M. Thierry, le producteur de l'indigo analysé, le prix de revient ne dépasserait pas 3 francs le kilo.

Au Cambodge, où l'on peut faire jusqu'à trois

coupes, si les circonstances sont favorables, et où la question des engrais est résolue par l'apport périodique de limon laissé après le retrait des eaux, le picul de 60 kil. 400 d'indigo frais renfermant 65 % d'eau, et de 2.5 à 8 % d'indigotine, s'achète au producteur qui, jusqu'à présent, est l'indigène, à des prix variables suivant l'époque et débutant à 2 piastres 50, soit environ 6 fr. 25¹.

Telle qu'elle se présente actuellement, la situation de certains producteurs ne semble pas être en péril, bien que les méthodes de culture et surtout d'extraction ne soient pas arrivées au degré de perfection qu'elles sont susceptibles d'atteindre.

Nous avons déjà vu qu'à la Martinique un assolement judicieux entre la canne à sucre et les *Indigofera* permettrait d'augmenter le rendement de l'une et l'autre culture.

D'autre part, des essais institués au Cambodge, par le Dr Bréaudat, sous la direction scientifique de M. Calmette, directeur de l'Institut Pasteur, à Lille, nous montreront bientôt s'il est possible d'extraire la totalité ou la presque totalité de l'indigotine que peut fournir la plante.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer d'après les analyses faites par M. Hazewinkel, à Java, l'*Indigofera* étudié par lui renfermerait 6 kilos d'indigotine par tonne de feuilles, et 3 kilos par tonne d'un mélange à parties égales de feuilles et de tiges. Or, au Béhar, où la variété ne doit guère différer de celle de Java, on en retire à peine le tiers ou le sixième quand on emploie la plante entière. Il y a donc un déchet considérable qui semble dû aux procédés d'extraction, et en particulier à la fermentation.

De nombreuses tentatives ont été faites pour régler cette fermentation, et nous nous bornons à signaler deux procédés de traitement qui ont été brevetés, l'un par MM. Gueugnier et Valette (Brev. fr. N° 302.169), et l'autre par M. Calmette (Brev. fr. N° 300.826).

Dans le premier, sans doute inspiré par les communications du Dr Bréaudat, on aseptise la cuve, tout en déclarant que l'opération n'est pas indispensable, et on opère le déboulement de l'indican par une diastase oxydante (laccase de l'arbre à laque, tyrosinase, ferment de la gomme arabique).

L'addition d'eau oxygénée augmente la rapidité de la formation d'indigo bleu. Le rendement serait sensiblement doublé.

La méthode de M. Calmette n'est qu'une application des découvertes faites, dans son laboratoire, par le Dr Bréaudat.

Elle consiste : 1° « A broyer, par écrasement

¹ *Loc. cit.*

² Le rendement au Cambodge est à peu près identique, c'est-à-dire qu'on obtient de 1 kil. 200 à 1 kil. 800 d'indigo à 60-65 % d'indigotine quand la plante est épuisée et traitée à la manière européenne.

³ Dans la *Rev. gen. des mat. cal.* (1901), t. V, p. 4, on trouve une série d'analyses d'indigos de Java et de Bengale

⁴ Nous devons ces renseignements à M. Gueugnier qui s'efforce d'extraire sur place l'indigotine, et qui en a exposé au Trocadéro des échantillons en pâte à 20 %.

entre des cylindres de bois ou de métal, les tissus des plantes indigofères.

2° « A recueillir la bouillie végétale sortant des cylindres dans des cuves profondes remplies d'eau épurée, débarrassée de sels calcaires, ceux-ci ayant l'inconvénient de hâter la précipitation de l'indigo, précipitation qu'il faut empêcher dans cette phase de l'opération.

Les cuves doivent être munies d'agitateurs pour maintenir la masse en mouvement pendant un temps suffisant, variable suivant la température de l'eau et les sortes de plantes indigofères employées.

3° « On passe au filtre-pressé le liquide de macé-

hâter la précipitation d'une nouvelle cuvée d'indigo.

« Ce procédé d'extraction a pour objet essentiel d'éviter l'intervention de toutes les bactéries auxquelles on attribuait jusqu'à présent la faculté de dédoubler, au sortir de la plante indigofère, l'indican en indigotine et en indigluçine. Ce dédoublement et la précipitation de l'indigo bleu sont effectués ici exclusivement par l'action successive de diastases hydratantes et oxydantes qui préexistent dans le suc cellulaire des *Indigofera*, et qui sont mises en liberté par le broyage des cellules végétales.

« On obtient ainsi la transformation complète de

TABLEAU I. — Tableau récapitulatif des récoltes d'indigo, 1880-1900.

ANNÉES	PAYS D'ORIGINE				TOTALS
	Indes Orientales	Kurpah et Madras	Guatemala	Indes Néerlandaises	
	kilos	kilos	kilos	kilos	kilos
1880-1881.	4.612.200	2.239.900	769.400	416.000	8.037.500
1881-1882.	4.583.300	2.148.300	729.600	394.000	7.857.200
1882-1883.	3.089.000	2.510.800	653.400	501.000	8.754.200
1883-1884.	5.397.500	2.695.800	908.200	515.000	9.516.500
1884-1885.	5.638.300	1.849.200	887.800	685.000	9.060.300
1885-1886.	3.682.700	2.095.000	615.600	615.000	7.006.300
1886-1887.	4.402.300	2.250.500	574.000	589.000	7.815.800
1887-1888.	4.453.100	2.555.400	574.300	662.000	8.244.800
1888-1889.	4.461.500	2.364.200	738.400	722.000	8.286.100
1889-1890.	4.808.600	2.364.100	589.200	503.000	8.264.900
1890-1891.	3.369.400	1.690.800	518.700	711.000	6.289.900
1891-1892.	4.927.200	1.246.900	486.000	638.000	7.298.100
1892-1893.	2.952.900	2.107.000	476.100	632.000	6.138.000
1893-1894.	3.962.000	2.392.500	453.100	495.000	7.302.600
1894-1895.	5.435.100	2.532.100	393.600	693.700	8.961.500
1895-1896.	3.493.700	2.510.000	569.400	679.400	9.252.500
1896-1897.	5.377.600	1.895.100	523.600	811.000	8.607.300
1897-1898.	3.725.000	2.851.200	423.600	904.400	7.903.900
1898-1899.	4.205.900	2.432.700	396.400	631.400	7.666.400
1899-1900.	2.939.300	2.067.500	479.200	593.100	6.081.100
Totaux.	89.518.600	44.799.900	11.726.600	12.300.700	158.344.900
Moyennes.	4.475.930	2.239.950	586.330	615.035	7.917.245

ration des cuves, et on l'envoie dans des cuves en bois ou en métal couvertes, contenant une très petite quantité de chaux, de baryte, de magnésie ou d'un carbonate alcalin ou alcalino-terreux quelconque. Ces cuves sont munies de dispositifs permettant la précipitation rapide de l'indigo à l'état d'indigo bleu, par émulsion continue d'air filtré, comprimé, ou par la chute en cascades dans une série de cuves superposées.

4° « Le dépôt d'indigo est recueilli, comprimé en pains et séché à 75° jusqu'à ce qu'il ne renferme pas plus de 5 à 7 % d'eau.

5° « Le liquide sortant du filtre-pressé renferme encore des diastases oxydantes extraites des suc cellulaires de la plante, diastases à l'action desquelles est due la précipitation de l'indigo à l'état d'indigo bleu. Ce liquide retourne en totalité ou en partie dans les cuves à émulsion d'air, où l'excès de diastase oxydante qu'il renferme est utilisé à

l'indican et le maximum de rendement en indigo bleu. Ce rendement, avec les sortes d'*Indigofera* ordinairement cultivées, atteint toujours avec ce procédé un minimum de 6,6 à 8 kilos, par 1.000 kilos de plante.

« Il peut s'élever à 10 kilos avec des plantes de qualité supérieure, récoltées immédiatement avant la floraison.

« L'indigo ainsi obtenu titre constamment 80 % à 82 % d'indigotine, avec une teneur en eau ne dépassant pas 7 %.

Si les prévisions de l'auteur sont confirmées par l'expérience, il est facile de voir que le prix de l'indigo, et partant de l'indigotine qu'on peut en extraire, baissera considérablement.

D'après une communication qu'a bien voulu nous faire le Dr Calmette, des essais en grand ont été entrepris au Cambodge et on attend la fin de la campagne pour en avoir le résultat.

V. — STATISTIQUE DE LA PRODUCTION DE L'INDIGO.

Nous donnons, dans le tableau I¹, la production des principaux centres pour une période de vingt années. A part l'année dernière, cette production s'est maintenue dans les environs de 8 millions de kilos par an. D'après des renseignements qui nous parviennent de divers côtés, il ne semble pas que l'on soit disposé à abandonner cette culture dans les provinces du Nord-Ouest de l'Inde et dans l'Oudhe, où la surface totale plantée en indigo était évaluée, jusqu'au milieu du mois d'avril de 1900, à 76.325 hectares, contre 61.309 hectares l'année d'avant, ce qui équivaut à une augmentation de 24 %.

D'autre part, la superficie des terrains plantés en indigo et susceptibles d'irrigation s'est accrue de 48 % en 1900, par rapport à l'année précédente, passant de 44.363 hectares en 1899, à 65.665 hectares pour l'année 1900. Toutes les plantations importantes se sont développées dans des proportions notables alors que les autres sont restées à peu près dans les mêmes conditions que l'année dernière².

Les chiffres contenus dans ce tableau peuvent être considérés comme un minimum, car ils ne

comprennent pas la production de la Martinique, du Cambodge (où 2.000 hectares seraient affectés à la culture de l'indigo), du Tonkin et de la Chine.

Si nous admettons une teneur moyenne de 50 % d'indigotine, ce qui est au-dessous de la vérité, on voit qu'il faudrait produire annuellement 4 millions de kilos environ d'indigotine artificielle, si la culture venait à être abandonnée.

La valeur totale de l'indigo, en se basant sur la production de l'année 1899-1900, peut être estimée à près de 52.000.000 francs, somme sur laquelle la consommation en France doit être de 6 à 7 millions de francs. Cette valeur globale est inférieure à celle des années précédentes, l'indigo de culture ayant subi une dépréciation notable du fait de l'apparition de l'indigo synthétique.

Dans une deuxième partie, nous passerons en revue les recherches qui ont conduit à la préparation synthétique de l'indigo, dans les laboratoires, puis dans l'industrie; et nous examinerons la situation respective de l'indigo naturel et de l'indigo artificiel.

A. Haller,

Membre de l'Institut,
Professeur de Chimie organique à la Sorbonne.

L'ÉVOLUTION DES THÉORIES TRANSFORMISTES

Le transformisme, c'est-à-dire la notion de la descendance des espèces évoluant sous l'influence de facteurs naturels, est un fait acquis; il n'est maintenant plus un biologiste, j'entends sérieux et surtout compétent, qui le conteste. Mais le mode de la transformation, les causes de l'évolution, les processus par lesquels une espèce nouvelle dérive d'une espèce antérieure, cela c'est un champ ouvert à toutes les opinions, dans lequel le progrès, ou du moins le changement des idées, est incessant. On est loin maintenant des explications primitives de Lamarck et de Darwin, et si l'on ne peut prétendre être arrivé à des explications définitives et absolument satisfaisantes, il est permis de penser que l'on serre maintenant la vérité de plus près. J'ai voulu retracer dans cet article, en les simplifiant autant que possible, les théories successives qui se sont produites touchant les processus et les causes de l'évolution; naturellement, j'ai dû me borner, dans cet exposé, à quelques arguments pour ou contre telle théorie, trop incomplets peut-être pour

entraîner une conviction, mais suffisants pour indiquer la marche des idées. Pour être plus concret, je me bornerai presque exclusivement à deux exemples: la Girafe, animal progressif par rapport aux Ongulés banals dont elle est sortie, et la Taupe, animal régressif par rapport aux Insectivores de plein air.

I. — EXAMEN DES THÉORIES ACTUELLES.

L'explication de Lamarck est bien connue: elle se résume en cette phrase: *effets de l'usage ou du défaut d'usage sur les organes et hérédité de ces effets*. « La Girafe, dit-il, qui vit dans des lieux arides, ne peut que brouter le feuillage des arbres et s'efforce continuellement d'y atteindre; il est résulté de cette habitude, soutenue depuis longtemps, dans tous les individus de sa race, que ses jambes de devant sont devenues plus longues que celles de derrière, et que son col s'est allongé de telle sorte qu'elle peut atteindre à 6 mètres de hauteur ». Pour la Taupe, l'explication est de même ordre; Lamarck admet que le défaut d'emploi d'un organe (ici les yeux), devenu constant par les habi-

¹ Nous devons ce tableau à l'obligeance de M. Lefebvre, auquel nous adressons nos meilleurs remerciements.

² *Revue des Cultures coloniales*, 5^e année, t. VIII, p. 59.

tudes que l'on a prises, appauvrit graduellement cet organe et finit par le faire disparaître et même l'anéantir.

L'explication de Darwin est une combinaison des idées lamarckiennes et d'un nouveau facteur, la *sélection des variations favorables* : « Supposons qu'au début la Girafe ait eu un cou de longueur ordinaire; en temps de famine, les individus plus allongés, et capables ainsi de brouter un pousse ou deux plus haut que les autres, ont souvent pu être conservés; leur croisement a donné des descendants, héritant des mêmes particularités, ou d'une tendance à varier de la même manière; cette sélection des individus les plus favorisés par l'allongement du cou, combinée avec les effets héréditaires de l'augmentation par l'usage, a dû transformer un quadrupède ongulé ordinaire en Girafe ». — « Chez la Taupe, vivant presque continuellement sous terre, les yeux ont dû s'atrophier par défaut d'usage; d'autre part, les individus dont les yeux étaient particulièrement réduits de grosseur, avec paupières soudées, ont dû être conservés par la sélection naturelle, puisque ces individus étaient exempts des traumatismes oculaires qui doivent être fréquents chez des animaux souterrains. Atrophie par défaut d'usage et sélection des individus à yeux protégés auraient amené l'état que nous connaissons aujourd'hui chez la Taupe. »

1. Abandon de l'hérédité des caractères acquis.

— A la réflexion, on a vu qu'une partie de l'explication darwinienne était difficilement soutenable: c'est l'hérédité des caractères acquis par l'usage et le non-usage. D'abord, il n'est pas prouvé que l'effort d'une Girafe pour atteindre des branches plus hautes puisse allonger son cou d'une façon bien sensible, et ensuite on n'a jamais pu citer un exemple convaincant de la transmission héréditaire d'un caractère acquis; enfin, cette hérédité, fut-elle constatée en apparence, est inconcevable, en raison de la séparation manifeste et précoce des cellules germinales et du reste du corps; comment une modification des muscles et des os, causée par un agent externe comme l'exercice, pourrait-elle retentir sur les cellules germinales de façon à ce que le descendant, non soumis au même agent externe, présente la même modification somatique? Alors a apparu l'école des sélectionnistes purs, ou *néo-darwinistes*, dont Galton, Wallace et Weismann ont été les représentants les plus notables. Comme le dit Wallace: « la Girafe n'a pas acquis son long cou en l'étendant constamment dans le but d'atteindre les branches des arbres élevés, mais simplement parce que toute variété douée d'un cou exceptionnellement long a pu trouver un supplément de nourriture au-dessus des branches

mangées par ses compagnes, et leur survivre en cas de disette. »

2. *Retour à la médiocrité ou panmixie*. — Mais il est assez difficile de comprendre, dans l'explication néo-darwinienne, comment les yeux des cavernicoles ont pu régesser, puisque, étant inutiles, ils ne donnent plus prise à la sélection; Weismann a dû compléter son explication par la théorie de la *cessation de sélection ou panmixie* (retour à la *médiocrité* de Galton). Quand un organe cesse d'être utile, dit-il, les individus qui naissent avec cet organe imparfait ont autant de chances que les autres de vivre et de laisser une postérité; les variations en mieux constituent un désavantage, puisque l'organe, étant inutile, prend de la substance qui serait mieux utilisée ailleurs; elles sont donc éliminées par la sélection naturelle, et il ne reste en présence que les variations en moins et l'état moyen. Il en résulte qu'à chaque génération, les animaux à yeux imparfaits se mêlent aux types moyens et abaissent le niveau de l'organe visuel jusqu'à son atrophie et même sa disparition.

Je puis dire tout de suite que le mode d'action de la panmixie a rencontré beaucoup de sceptiques: pourquoi les variations en mieux seraient-elles éliminées par la sélection naturelle? Quelle différence peut-il y avoir, au point de vue du succès dans la vie, entre une Taupe qui a des yeux parfaits et une autre qui a des yeux médiocres? Or, si les variations en mieux ne sont pas éliminées, il est évident que la panmixie n'aura pour effet que de maintenir l'organe à son niveau moyen; pour que l'œil s'atrophie tout à fait, il faudrait que le nombre des individus variés dans le sens de la diminution augmente constamment, ce qui serait le fait d'une tendance germinale à la cécité, et non pas celui de la panmixie (Delage).

3. *Direction définie des variations*. — Depuis Darwin, plusieurs penseurs se sont attachés à bien comprendre la marche des variations cumulatives dont la résultante est un caractère spécifique donné. Si l'on admet que la Girafe n'a pas eu son long cou en une seule fois, par une variation brusque, il a fallu que ce cou augmente graduellement de génération en génération, que la variation ait suivi une marche définie, régulière, sans retour en arrière. Quand on étudie par exemple les formes qui ont précédé le Cheval, on peut établir, à partir du *Phenacodus*, une série qui montre l'atrophie graduelle des doigts latéraux et l'accroissement du doigt médian, sans compter la modification graduelle des molaires. Or, si cette série représente réellement la lignée du Cheval, il est évident que la variation a marché toujours dans le même sens. L'hypothèse

de Lamarck explique très bien ce phénomène : les doigts latéraux se sont atrophiés lentement par défaut d'usage, le doigt médian a grandi par l'effet contraire, les molaires se sont lentement modifiées par suite de leurs frottements réciproques. On comprend que Cope, surtout paléontologiste, désirent s'expliquer cette marche définie des variations, ait adopté, en la précisant, l'hypothèse lamarekienne, c'est-à-dire les effets des conditions extérieures sur le corps (adaptation fonctionnelle) et l'hérédité de ces effets.

Eimer, en étudiant les dessins et les taches colorées des ailes des Papillons, se convainc aussi qu'un développement régulier dans un petit nombre de directions déterminées (*orthogénèse*) préside à la production des nouveaux caractères. Les agents externes, et surtout la température et la nourriture, impriment aux types organisés des directions de développement, suivant lesquelles se forment des séries de variations et d'espèces, qui marquent comme autant de stades successifs de l'évolution. De temps en temps, quelques groupes d'individus s'arrêtent stationnaires sur les différents échelons (*génépistase*), tandis que le reste de l'espèce continue sa marche ascendante; ces quelques individus arrêtés à un certain stade constituent une espèce stable. Eimer accepte toujours l'hérédité des caractères acquis, bien que sa théorie puisse à la rigueur s'en passer; mais, par compensation, il rejette tout à fait la sélection naturelle; puisque l'évolution est déterminée dans une certaine direction, par l'influence d'agents externes sur tous les individus soumis à cette influence, il n'y a évidemment pas choix des individus porteurs de variations favorables; l'espèce primitive se modifie en masse.

Enfin Weismann lui-même sent que la sélection de variations accidentelles ne rend pas très bien compte de la direction définie et adaptative de l'évolution; il cherche à la compléter par sa théorie de la *sélection intra-germinale*. Au contraire d'Eimer, il accepte toujours la sélection des variations favorables, mais repousse l'hérédité des caractères acquis. Il faut d'abord admettre que la variation utile, par exemple l'allongement du cou et des membres de la Girafe, ait apparu chez un nombre suffisant d'individus et ait donné prise à la sélection. On sait que, pour Weismann, les cellules sexuelles renferment de petits corps figurés (*déterminants*), qui contiennent en puissance tous les caractères de l'être développé; par exemple, un caractère N est représenté dans les cellules sexuelles par un certain nombre de déterminants *a, b, c, d*, légèrement différents les uns des autres; or, s'il se produit une variation dans un certain sens, elle tient à ce que le déterminant correspondant à cette variation (*b* par exemple) a pris par hasard le des-

sus sur les autres (*a, c, d*) dans la lutte pour la nourriture que les petits corps figurés se livrent entre eux. Étant plus fort, il se nourrit mieux, au détriment des déterminants plus faibles, si bien que son volume augmente, tandis que celui des autres *a, c, d*, diminue. A la génération suivante, puisque ce déterminant *b*, par suite d'une bonne nutrition, a augmenté encore la distance qui le sépare des autres, la modification du caractère N qu'il représente progresse encore dans le même sens qu'à la première génération; cette nouvelle variation donne encore prise à la sélection, et le même phénomène continue jusqu'à ce que l'adaptation parfaite soit réalisée; alors le progrès cesse, puisque tout changement, soit en moins, soit en plus, devient désormais défavorable, et comme tel est éliminé par la sélection.

Pour les organes en régression, l'explication est analogue; si un organe devient inutile, la panmixie commence à produire son effet dégénératif, en laissant se développer les animaux porteurs de variations dirigées dans le sens de la diminution de l'organe. A ces variations correspondent des déterminants plus faibles, qui se nourrissent mal; ils se réduisent encore, par suite de la concurrence des déterminants plus forts, et, à la deuxième génération, la variation diminutive est naturellement plus forte qu'à la première.

La conception de Weismann est un peu nuageuse, comme celle d'Eimer, d'ailleurs; mais il n'y a pas lieu de chercher à la critiquer à fond, puisqu'elle repose sur une théorie de l'hérédité qui, malgré son ingéniosité, s'est écroulée sous le poids de sa complication et de son invraisemblance.

4. *Abandon de la sélection naturelle.* — Après les critiques sur l'hérédité des caractères acquis, la seconde partie de l'explication darwinienne, la sélection des variations favorables, subit à son tour un assaut. Mivart, Nägeli, Osborn, Emery, Delage, etc., font remarquer que les variations minimes, même lorsqu'elles sont utiles à tous les degrés, le sont trop peu pour créer un avantage donnant prise à la sélection; en temps de disette, les Girafes adultes ne meurent pas : elles souffrent et maigrissent; celles qui meurent, ce sont les jeunes Girafes à peine sorties du sevrage, peut-être aussi les animaux âgés, et il n'y a aucune chance pour qu'un cou plus long de quelques centimètres assure la survie de son possesseur. Il n'y a aucune raison pour qu'une Taupe qui a des yeux bien fonctionnels soit inférieure en quelque chose, même dans la vie souterraine, à une Taupe dont les yeux sont médiocres. Enfin, contrairement à l'opinion de Wallace, parmi les caractères des animaux, il en est certainement qui sont d'une parfaite inutilité

(couleurs, marques), et, inversement, les cellules peuvent posséder des propriétés générales qui dépassent certainement les nécessités passées et présentes (secrétion d'anticorps comme l'antispermotoxine, pouvoir régénérateur excessif dans des organes qui sont très rarement mutilés); il est donc de toute impossibilité que la fixation de ces caractères soit due à la sélection de variations utiles à l'espèce.

Ces arguments, dont on ne saurait nier la valeur, ont convaincu la majorité des biologistes que la sélection est un processus purement conservateur et non édificateur; elle se borne à supprimer les individus mal venus et les monstres, et ceux qui présentent des variations par trop défavorables, les albinos, par exemple; elle maintient les espèces dans leur état moyen, mais est incapable d'en créer de nouvelles.

5. *La variation brusque.* — Nous avons vu que l'explication darwinienne et néo-darwinienne reposait sur la sélection de variations faibles, qui devaient s'accumuler dans le même sens pendant une série de générations pour arriver à donner un caractère spécifique, notablement différent du caractère correspondant de l'espèce-souche; en d'autres termes, la variation est *continue*, et nous avons vu que Cope, Eimer et Weismann ont cherché à s'expliquer cette continuité. Mais on peut imaginer des variations *brusques* qui, d'un seul coup, produisent un type nouveau, parfaitement viable, grâce aux corrélations de développement, qui diffère de sa forme souche par des caractères au moins aussi importants que ceux que nous constatons entre les espèces les mieux caractérisées; cette hypothèse, qui a été émise bien avant Darwin, a été reprise par Mivart et Huxley, et plus près de nous, par Clos, Camerano, Bateson, de Vries et bien d'autres; on peut dire que l'explication de la discontinuité des espèces par la *discontinuité des variations* a gagné un terrain considérable, et, si elle n'est pas applicable à tous les cas, il est à peu près certain qu'il y a pas mal d'espèces nées par variation brusque, en une seule génération; on pourrait en citer de nombreux exemples: parmi les Echinodermes, les espèces d'Ophiures à six, sept ou huit bras, les Crinoïdes tétramères et trimères, les Astéries à bras nombreux, reproduisent exactement les variations brusques qui apparaissent de temps en temps chez les espèces pentamères normales. Deux Turbellariés triclades, *Dendrocoelum Nausicae* et *Phagocata gracilis*, ont été considérés par Hallez comme des espèces « d'origine tératologique »; les nombreuses espèces sénéstres de Gastéropodes, *Clausilia*, *Physa*, *Achatina sinistrorsa*, *Pupa quadridens*, *Pirula*

perversa, etc., ne peuvent être que des *situs inversus* d'espèces dextres; la disposition singulière du bec de *Loxia curvirostra*, à branches croisées et non opposables, se retrouve identique chez des Oiseaux à bec habituellement opposable. De cultures d'*Euothera Lamarckiana*, de Vries a obtenu une fois une forme (*Euothera gigas*) notablement différente du type, qui se reproduit semblable à elle-même depuis cinq ans, sans aucun retour vers la souche.

Je pense avec Delage que, pour que ces variations brusques se fixent à l'état d'espèces, il ne suffit pas qu'elles apparaissent à l'état de *sports* isolés, comme ceux que nous voyons journellement; il faut qu'elles se présentent en même temps chez un certain nombre d'individus (on sait du reste que cela se produit dans certaines localités). A mon avis, la variation brusque ou forte, comme on voudra, a une très grande importance; elle nous dispense d'expliquer la direction définie des petites variations cumulatives, et, bien plus que ces dernières, elle dispense de tout recours à la sélection naturelle.

6. *Origine des variations.* — La discussion sur les caractères acquis et leur hérédité a amené la lumière sur un point d'importance capitale: l'*origine des variations héréditaires*. Il est bien connu maintenant que les influences externes, exercice, température, lumière, surtout nourriture, etc., peuvent modifier un organisme de deux façons: elles peuvent produire une modification *somatique*, non transmissible, ou bien une modification *germinale* corrélative, portant sur les cellules sexuelles; cette dernière seule se traduit chez les descendants par une *variation*, qui, le plus souvent, n'a aucune ressemblance avec la modification somatique présentée par les parents. Les expériences, les observations cliniques le prouvent avec évidence: l'ingestion d'alcool produit chez un homme des désordres caractéristiques, folie, cirrhose, athérome, etc.; c'est la modification somatique; mais cet alcool modifie aussi, d'une façon invisible, naturellement, les cellules sexuelles; c'est la modification germinale; et les descendants de l'alcoolique présentent une variation par rapport aux descendants d'individus normaux, mais ils ne sont aucunement alcooliques. L'intoxication syphilitique d'un ou de deux parents produit une modification des cellules sexuelles qui se traduit chez les descendants par des dystrophies sans nombre, mais ceux-ci ne sont pas du tout syphilitiques. Dans la plupart des cas, on peut prévoir à l'avance la modification somatique qui sera produite, chez un individu donné, par un agent externe donné, mais jusqu'ici, faute sans doute d'expériences assez nombreuses, il est à peu près impossible de pré-

voir quelle sera la variation présentée par le descendant dont le germe a été modifié, ni même de dire si tel agent externe sera capable de produire une modification germinale.

7. *L'isolement physiologique.* — Dans les paragraphes précédents, nous avons exposé la succession des idées sur la genèse des variations et des adaptations; il est temps de parler maintenant d'un facteur des plus importants, sur lequel Romanes a surtout attiré l'attention : il ne suffit pas qu'une espèce morphologique se constitue par variation d'une forme antérieure, il faut encore qu'elle s'isole de l'espèce-souche, sans quoi le croisement libre ne tarderait pas à submerger les variations et à tout ramener au type moyen de l'espèce. Cette séparation peut se produire par des processus très différents : isolement géographique, les groupes étant séparés par d'infranchissables barrières physiques (espèces des diverses îles d'un archipel), ou bien les habitats étant assez différents pour que le croisement devienne impossible (plantes de la plaine et plantes alpines); isolement par suite d'une différence d'ordre psychologique (Chien, Chacal et Loup), d'ordre anatomique (différence de taille rendant l'accouplement impossible, comme par exemple entre un Terre-Neuve et un roquet), et enfin incompatibilité sexuelle (espèces jordaniennes, *Vespa vulgaris* et *germanica*), c'est-à-dire stérilité ou très faible fécondité des croisements, entre individus qui ne sont séparés les uns des autres ni par des barrières physiques, ni par leurs mœurs, ni par des différences anatomiques. On comprend l'importance capitale de cette dernière variation, qui doit maintenant être acceptée comme possible, bien qu'on ne puisse pas encore la provoquer expérimentalement. On connaît, en effet, beaucoup d'espèces physiologiques qui ne présentent que des différences morphologiques absolument minimes (*Melasma populi* et *tremula* parmi les Coléoptères, *Vespa vulgaris* et *germanica* parmi les Guêpes, formes *bivalens* et *univalens* de *Ascaris megalocephala*, *Puccinia coronifera* et *coronata* parmi les Urédinées, etc.). Puisque ces espèces-sœurs, irréductibles l'une à l'autre, ne diffèrent que par cet unique caractère de l'infertilité, il faut bien que la variation qui les a séparées ait porté sur cet unique caractère.

II. — EXPLICATION NOUVELLE DE LA FORMATION DES ESPÈCES.

Il ne suffit pas de tailler, il faut recoudre; après l'exposé des différentes vues émises par les auteurs, nous pouvons maintenant chercher à dégager la théorie la plus probable. Nous avons vu que

l'hérédité des caractères acquis est non démontrée et, de plus, inconcevable, que la sélection des petites variations favorables n'existe pas, que la sélection intragerminale, ayant comme point de départ la sélection d'individus porteurs de variations favorables, n'existe pas; que la panmixie explique mal la régression des organes inutiles; en revanche, nous avons acquis des idées plus justes, puisque expérimentales, sur la variation, sur la nécessité et la possibilité de l'isolement physiologique.

Sur les débris des théories précédentes, il s'en est édifié une autre, qui doit beaucoup à Weismann, à Romanes, un peu à Eimer, un peu à tous ceux qui ont jeté leur mot dans la discussion, et que Delage a magistralement exprimée. Reprenant l'exemple de la Girafe, je vais tâcher d'expliquer, dans l'esprit de cette théorie, comment cette forme a pu prendre naissance : Il existait, vers l'époque miocène, un Cervidé, voisin d'*Alees* par exemple, répandu sur une partie étendue du continent émergé; un groupe de ces animaux, habitant probablement les confins de l'aire de distribution, quelque part dans l'Eurasie ou l'Indo-Afrique, a été soumis à des conditions de milieu différentes des conditions habituelles; ce changement a modifié peut être le soma, mais aussi les cellules sexuelles, et il en est résulté que tous les descendants du groupe considéré ont présenté une variation par rapport à la forme type, variation consistant en un allongement corrélatif des pattes, du cou, de la langue, etc. Si l'on se souvient que la toxine syphilitique modifie les cellules sexuelles d'un couple humain de telle manière que leur produit peut être un géant bien constitué (ou un nain, suivant les cas), rien d'impossible à ce qu'une nourriture un peu différente ait déterminé, chez l'Ongulé, considéré la venue de descendants atteints d'un gigantisme relatif. Cette variation, naturellement héréditaire puisque d'origine germinale, a continué dans le même sens pendant un nombre inconnu de générations, nombre qui a pu être très petit.

Or, il s'est trouvé que ces Ongulés modifiés dans le sens du gigantisme ont trouvé dans la région qu'ils habitaient des conditions telles que la vie leur était possible; au lieu de brouter des arbustes, ils ont brouté des arbres. Ils ne se sont pas mélangés à l'espèce souche, soit à cause de l'isolement géographique, soit à cause de l'impossibilité d'accouplement, soit pour une autre raison. L'évolution dans le sens du gigantisme s'est arrêtée pour une raison inconnue, peut être parce que les cellules sexuelles modifiées n'ont plus donné prise à la cause modificatrice, peut-être aussi à cause du changement de régime qui a supprimé cette cause, soit enfin par intervention de la sélection destruc-

tive. Et voilà la forme Girafe constituée, stable et délinée.

Les conditions nécessaires pour la création d'un type nouveau sont donc : 1° *nouvelles conditions de milieu*, agissant sur un *groupe* d'individus, et produisant une *modification germinale*, qui se traduit par une *variation héréditaire, absolument quelconque*; 2° *isolement physiologique* des individus variés; 3° *place vacante* dans la Nature, que ces individus variés puissent occuper et où ils puissent vivre tant bien que mal.

Cette explication a une conséquence capitale, touchant l'illusion de l'adaptation : il y avait jadis une tendance, vieux reste du finalisme, à considérer les espèces comme très bien adaptées aux milieux où elles vivent, et l'on se demandait comment une forme nouvelle, transportée dans un nouveau milieu, pouvait s'adapter si merveilleusement aux conditions de celui-ci : on comprend que les explications de Lamarck et de Darwin, qui permettent de comprendre si clairement et si complètement la genèse des adaptations, aient séduit et séduisent encore tant de biologistes.

A mon avis, l'adaptation de l'espèce n'est qu'une *illusion* (je ne parle pas de l'adaptation individuelle, qui est réelle dans les limites de la plasticité de l'individu), et voici comment on peut se rendre compte de cette illusion : Les individus qui atteignent dans leurs migrations la région des conditions-limites, c'est-à-dire une région légèrement différente de celle qui leur convient parfaitement, ou bien succombent ou bien peuvent vivre en s'acclimatant (adaptation individuelle, comme celle d'un Européen qui vit aux colonies); dans ce dernier cas, il y a beaucoup de chances pour que leurs cellules germinales se modifient, et qu'ils donnent naissance à une forme nouvelle; de deux choses l'une, ou bien cette forme nouvelle présente des caractères tels qu'elle ne peut subsister dans le milieu, et alors la variété s'éteint, et elle nous reste inconnue, ou bien ces caractères lui permettent d'y vivre tant bien que mal, et alors la variété se propage et se fixe. Rien d'étonnant à ce que, dans les innombrables directions de variation, il s'en trouve de temps en temps quelqu'une qui *par hasard* soit adéquate aux conditions d'une place vide, et on se récrie alors sur la merveille de l'adaptation! Pour faire compren-

dre ma pensée d'une façon tout à fait concrète, je dirai que ce n'est pas parce que la Girafe broute des arbres qu'elle a un grand cou, mais que c'est parce qu'il lui est venu un grand cou qu'elle n'a pu faire autrement que de brouter des arbres; ce n'est pas parce que la Taupe habite sous terre que son œil a dégénéré, mais c'est parce que son œil a dégénéré qu'elle a été contrainte d'adopter la vie obscuricole.

La notion de la place vacante dans la Nature comporte une autre conséquence intéressante : à notre époque, il ne doit plus y avoir de places vides, ou du moins très peu, comparativement aux temps cambriens où la terre ferme et l'air n'avaient pas un seul habitant; les formes animales se sont multipliées dans des directions tellement variées qu'il n'y a que très peu de chances qu'il se forme maintenant de nouvelles espèces; ce n'est pas le matériel des variations qui doit manquer, car il y en a probablement autant et même plus qu'autrefois, mais, comme toutes les places sont occupées ou peu s'en faut, comme il y a partout une espèce en possession, ici perforant les roches, là habitant dans les champignons, les fourmilières, les cadavres, des commensaux, des parasites, etc., etc., il est de plus en plus improbable qu'une variété naissante trouve un milieu adéquat, dépourvu de concurrence.

Je n'ai nullement la prétention de croire que l'explication que je viens de développer donne une solution définitive du problème de l'évolution; mais c'est celle qui, à mon sens, concorde actuellement le mieux avec les faits, et cela suffit pour qu'on l'accepte. Nous verrons dans dix ans ce qu'il en restera¹.

L. Cuénot,

Professeur à l'Université de Nancy.

¹ Bibliographie du sujet dans les ouvrages classiques de Lamarck, Darwin, Wallace, Weismann, etc. — DELAGE : *La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité*, Paris, 1895. — *Année Biologique*, t. 1 à 4, 1895-98. — HALLEZ : *Morphogénie générale et affinités des Turbellariés*, *Travaux et Mémoires des Facultés de Lille*, t. 2, mémoire n° 9, 1892. — BATESON : *Materials for the study of variations*, Londres, 1894. — DE VRIES : *Recherches expérimentales sur l'origine des espèces*, *Revue générale de Botanique*, t. 13, 1904, p. 5.

J'ai publié, il y a sept ans, dans la *Revue générale des Sciences* (La nouvelle théorie transformiste, t. V, 15 février 1894, un article très weismanniste qui, comparé à celui-ci, montre bien le changement des idées.

LES ÉCLIPSES

ET LA CONSTITUTION PHYSIQUE DU SOLEIL

DEUXIÈME PARTIE : LA CONSTITUTION PHYSIQUE DU SOLEIL ET L'ÉCLIPSE DU 28 MAI 1900.

Dans un premier article¹, nous avons donné la théorie générale des éclipses et indiqué les résultats principaux des observations qui en ont été faites.

Nous allons maintenant aborder la question de la constitution physique du Soleil, telle qu'on peut la concevoir d'après les observations précédentes; nous terminerons par l'exposé des nouveaux faits qui ont été mis en lumière à la suite de la récente éclipse du 28 mai 1900.

I. — CONSTITUTION PHYSIQUE DU SOLEIL.

L'ensemble des travaux des astronomes, depuis l'Antiquité jusqu'à l'éclipse du 18 août 1868, conduisit à considérer le Soleil comme un globe essentiellement gazeux; la température propre que l'on y supposait devait être très élevée, de sorte qu'aucun corps ne saurait y exister qu'à l'état gazeiforme le plus prononcé. D'autre part, on sait que les gaz, fussent-ils même portés à une très haute température, restent toujours fort peu lumineux, de telle façon que le globe solaire gazeux devrait émettre, par lui-même, fort peu de lumière; cependant le rayonnement considérable à travers les espaces célestes permet un fort refroidissement superficiel et il en résulte, par voie de condensation, que les éléments gazeux des régions périphériques doivent se résoudre en quelque sorte, à l'état de poussière, liquide ou solide. Cette poussière peut jouer un rôle analogue à celui que nous attribuons au carbone, à la chaux ou à la magnésie dans nos flammes artificielles; elle rayonne énergiquement et, par l'effet de cet abaissement relatif de température, le globe gazeux va pouvoir s'entourer d'une enveloppe très lumineuse: c'est la photosphère.

§ 1. — Photosphère.

Cette photosphère très lumineuse constitue la partie visible du Soleil ou, en un mot, l'astre proprement dit; elle fut étudiée dès la plus haute Antiquité, et c'est précisément par les recherches si persévérantes, si attentives et si bien interprétées dont elle fut l'objet que l'on put parvenir à se for-

mer sur le Soleil les quelques notions générales qui précèdent.

Dans l'étude de la photosphère, l'examen des taches peut être inscrit à la première place: ces déchirures de l'enveloppe lumineuse nous permettent précisément de sonder la masse plus avant pour constater l'obscurité relative du noyau gazeux central; pour invisibles qu'elles soient généralement à l'œil nu, leurs dimensions n'en sont pas moins considérables, et leur diamètre atteint couramment le double et le triple de celui de notre Terre; leurs formes étranges et irrégulières restent d'ailleurs mystérieuses; leurs mouvements ont révélé les lois de la rotation superficielle du Soleil: leurs vitesses, variables avec la latitude, établissent cette rotation même et servent encore de preuve frappante pour l'état gazeux de l'astre: enfin, l'examen minutieux des taches conduit encore les astronomes à admettre l'existence d'une atmosphère autour de l'enveloppe lumineuse.

§ 2. — Chromosphère.

Cette atmosphère, Lockyer a proposé de l'appeler chromosphère, dénomination qui a du reste prévalu, à cause de sa teinte et des lignes brillantes et isolées de son spectre: la chromosphère enveloppe la surface photosphérique à l'état de couche, très irrégulière, mais dont l'épaisseur est au moins évaluée à 8.000 kilomètres; elle est constituée, en majeure partie, par de l'hydrogène incandescent et fréquemment injecté de vapeurs métalliques.

Remarquons, tout de suite, que les détails relatifs à la chromosphère et aux protubérances sont dus à l'observation oculaire et, surtout, depuis 1868, à l'application journalière de la méthode Lockyer-Janssen, faite, en dehors des éclipses, aux régions extérieures de la chromosphère et au bord. Depuis 1892, d'autre part, la méthode Hale-Deslandres d'enregistrement photographique permet d'étudier non seulement les protubérances et la chromosphère au bord, mais, en outre, *la chromosphère projetée sur le disque* même du Soleil.

La chromosphère se présente sous quatre aspects bien tranchés:

1° Le premier aspect de la chromosphère est celui d'une couche très nettement délimitée, comme

¹ Voyez la *Revue* du 15 mars 1901, t. XII, p. 213 et suiv.

serait la surface libre d'un liquide : son éclat tranche alors parfaitement avec l'espace environnant, qui paraît sombre à l'extérieur et, cependant, on peut remarquer près du bord extérieur une faible diminution d'intensité lumineuse.

2° Plus ordinairement, la chromosphère est garnie de petits filaments lumineux, semblables à des poils brillants : tous ces filaments sont dirigés dans un même sens, et plus ou moins inclinés ; leur orientation ou leur entraînement n'est pas toujours dirigé dans le sens des courants supérieurs qui transportent les protubérances bien que, cependant, le cas en soit assez fréquent. Cette structure du deuxième aspect s'observe principalement entre les latitudes moyennes et les pôles.

3° D'autres fois, la surface chromosphérique est diffuse, de manière qu'il est difficile de dire avec quelque précision où elle s'arrête : ce phénomène s'observe, de préférence, dans les régions des facules.

4° Enfin, et cela le plus souvent, la chromosphère est terminée irrégulièrement et garnie de petits appendices coniques et irréguliers, ou bien aussi de petites flammes dirigées en tous sens : ce sont là des protubérances rudimentaires. Le plus fréquemment, ces protubérances se présentent dans les points du périmètre solaire où l'on rencontre des granulations ou marbrures de la surface, de telle sorte qu'il paraît exister une étroite dépendance entre les granulations et ce quatrième aspect de la chromosphère.

§ 3. — Protubérances.

Outre ces petits objets rudimentaires, la chromosphère peut présenter un assez grand nombre d'appendices lumineux et très étendus, que l'on embrasse sous la dénomination générale de *protubérances* et que nous allons indiquer rapidement dans les trois formes très différentes sous lesquelles se peuvent présenter ces appendices : en forme d'amas, de jets et de panaches (fig. 1).

D'ailleurs, l'intensité lumineuse de la chromosphère est considérable : son éclat est tellement vif qu'il peut occasionner des doutes sur le moment précis de la totalité¹ et reste assez remarquable, quoique très affaibli, sans doute, quelles que soient les circonstances atmosphériques, favorables ou non ; la largeur de cet anneau peut être évaluée à 10 ou 15".

1. *Amas.* — Les amas peuvent être rangés en trois catégories :

Les uns sont de simples élévations, des sortes de monticules très brillants : dans leur intérieur, on

ne perçoit aucune distribution nette de la masse, tandis que leurs contours sont généralement diffus ou garnis de poils ; leurs formes sont variables, quoique généralement arrondies, et ces amas paraissent être de simples surélévations de la chromosphère n'excédant guère une hauteur de 15 à 20".

Ou bien encore les amas auront une forme plus diffuse, plus légère : ce seront des agglomérations analogues aux *cumuli* de notre atmosphère. Sous cet aspect, on les rencontre généralement aux environs des taches ; mais cette forme est plutôt rare, et elle paraît alors dériver d'une nébulosité diffuse qui cache l'organisation intérieure du jet.

Enfin, toujours plus léger et plus diffus, l'amas peut se composer de masses nuageuses, presque de brouillards, qui vont se trouver au sommet des grandes protubérances, là où, en quelque sorte, la dissolution des panaches produit de faibles lueurs, engendre au sommet des masses de légers voiles *cirrifformes*.

2. *Jets.* — Sous cette dénomination on comprend un ensemble de flammes vives et brillantes que l'on trouve de préférence dans le voisinage des taches, ou dans la lumineuse couronne de facules qui environne généralement une tache. Certains jets sont triangulaires, tels de courtes et raides pointes d'épée, mais très vifs et, en même temps, d'une extrême variabilité ; ils sont alors de courte durée et prennent rarement un grand développement en hauteur. D'autres, qui ne se rencontrent que très rarement sur une grande échelle, ont reçu la dénomination plus particulière de *cônes*. Les cônes très courts sont très fréquents ; fréquemment ils s'allongent pour prendre une forme curviligne très gracieuse. Quand une telle transformation a lieu, elle ne se produit pas graduellement ; en général, si l'une des formes vient à disparaître, l'autre forme se substitue à la place de la première après un très court intervalle de tranquillité ; ainsi l'aspect de ces dernières formes de jets est fort analogue à celui de *flammes* transportées ou brusquement abattues par le vent et ces flammes, toujours très vives, s'observent communément près des taches.

L'intensité lumineuse est toujours très grande dans les jets, et le fond même est plus lumineux que le reste du contour solaire ; d'ailleurs, ces jets offrent parfois des formes véritablement magnifiques, comme les plus beaux bouquets de feu d'artifice qu'il soit possible d'imaginer : les branches vont retomber souvent en paraboles plus ou moins inclinées, offrant, en quelque sorte, une véritable beauté artistique ; certains jets figurent la tête de gigantesques palmiers avec les gracieuses courbures des rameaux ; d'autres encore seront des jets composés, dont les branches, issues de la même base, s'écartent à une

¹ CAPPELLETTI, TISSERAND, STEPHAN, etc.

certaine hauteur dans diverses directions. Le plus souvent, enfin, la tige, très vive et très brillante, s'élève à une certaine hauteur; là, elle se subdivise en ramifications et l'on voit flotter à la partie supérieure une sorte de chevelure, tantôt entraînée par le vent dans la direction du jet, tantôt repoussée au contraire en sens inverse de la direction de la tige.

Quoi qu'il en soit de toutes ces formes, les jets sont toujours caractérisés par une constitution compacte, filamentaire à la base, nettement délimitée au sommet en filets sans nuages; leur lumière est si vive qu'on les aperçoit encore à travers les

Souvent, enfin, les gerbes, parvenues à une certaine hauteur, s'arrêtent, puis se résolvent en masses brillantes et très vives qui, au bout de quelque temps, paraissent entièrement isolées de leur base primitive pour flotter comme des nuages. D'ailleurs les gerbes, comme les flammes, ont une courte durée. C'est là leur caractère propre: rarement leur transformation complète exige une heure, et c'est souvent l'affaire de quelques minutes.

3. *Panaches*. — Tout en présentant, bien entendu, un certain nombre de points communs avec les jets, cette troisième catégorie de protubérances

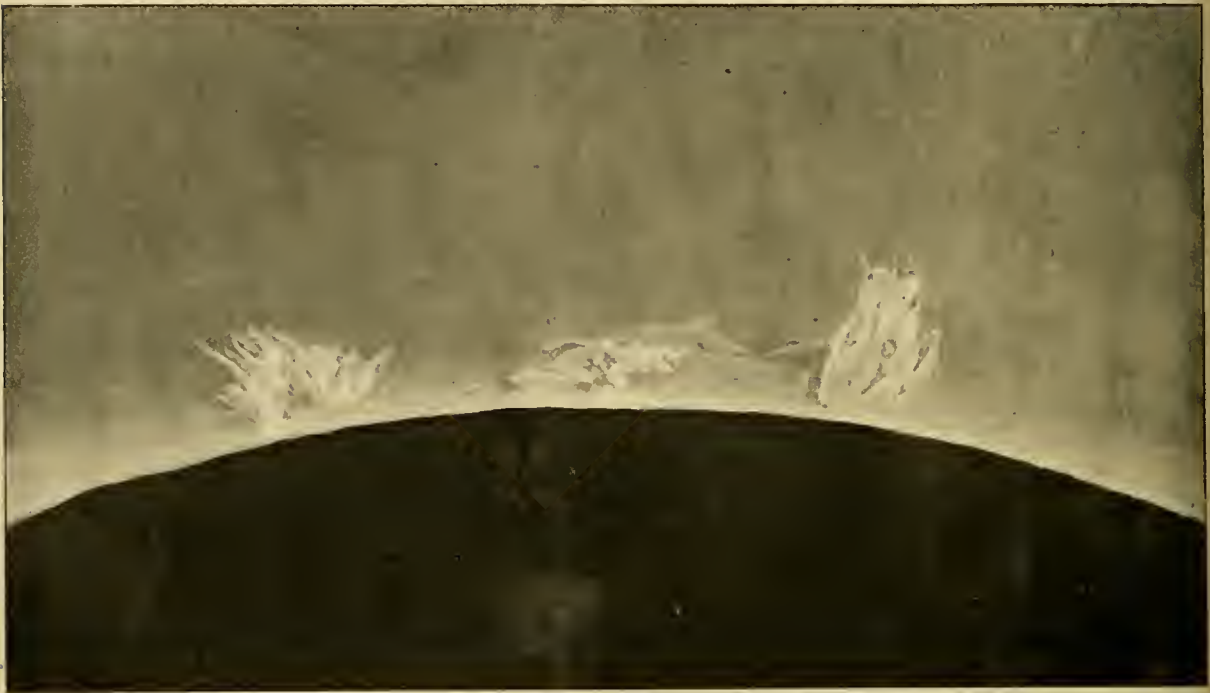


Fig. 1. — Groupe de protubérances photographiées dans le quadrant Sud-Ouest du Soleil, par MM. E. Barnard et G. W. Ritchie.

nuages légers lorsque d'aventure la chromosphère disparaît, et leur spectre indique la présence de plusieurs substances autres que l'hydrogène. Nous n'avons pas à introduire ici une subtile distinction entre les jets et les *gerbes*, selon l'appellation d'un certain groupe aussi de protubérances, et nous devons nous en tenir aux très vastes généralités; souvent, dans la lumière des gerbes lumineuses, on se trouve en présence d'une variation dans la réfrangibilité des raies, variation dont l'effet se traduit par un doublement de la raie normale, ou bien par une diffusion de l'un ou l'autre côté. C'est là une des plus importantes circonstances qui soient dans la Physique solaire, et on l'attribue généralement à la vitesse considérable de la masse lancée.

diffère considérablement cependant des précédentes et s'affirme par un certain nombre de caractéristiques: une moindre intensité lumineuse; une plus grande persistance dans la durée; une terminaison *sui generis* à la partie supérieure, qui les fait souvent se résoudre en nuages pommelés et déchiquetés comme ceux de notre atmosphère terrestre; la diffusion et la hauteur beaucoup plus considérable que l'on y observe; les assemblages très volumineux qu'ils forment; et, enfin, par la situation dans laquelle ils se présentent, très indifféremment, sur toutes les parties du bord, tandis que les jets, en particulier, se rencontrent seulement, comme nous l'avons vu, à côté des taches ou dans leurs régions.

Parmi les panaches, nous distinguerons deux

groupes : les formes *simples* et les formes *composées* :

Les formes simples consistent en des masses filamenteuses, larges à la base pour se rétrécir en pointe, au delà. On les observe quelquefois droites, mais le plus souvent recourbées sous l'action évidente des courants qui les entraînent. Il n'est pas rare de remarquer de doubles inflexions dans ces panaches, et le phénomène est assez net pour que l'on puisse être conduit à attribuer à ces jets une forme spirale; un de leurs aspects les plus brillants et les plus gracieux consiste à se rattacher à la chromosphère par une langue très mince, pour s'élever sur ce pédicule en s'élargissant comme une fleur. D'ailleurs ces panaches peuvent offrir, parfois, une très grande étendue.

Au point de vue de la hauteur à laquelle elles sont susceptibles de s'élever, ces formes sont dans les circonstances les plus variables : dans le cas le plus fréquent, parvenu à une certaine hauteur, le panache s'épanouit en traînées et en nuages; quelques-uns, à une hauteur relativement faible, sont terminés par une masse nuageuse et diffuse; d'autres se relèvent comme une corne coupée par trois étages de nuages; les uns offrent l'aspect d'un nuage rattaché seulement par une queue; enfin l'on peut encore observer des filets, presque isolés, qui se replient pour retomber normalement à la chromosphère.

Parfois, cependant, il peut arriver que ces nuages soient simplement projetés sur les panaches et sans aucune relation intime avec eux, mais souvent aussi on peut les voir se former au sommet même du panache.

Les panaches peuvent se présenter dans toutes les inclinaisons possibles par rapport à la surface solaire, depuis ceux qui sont verticaux jusqu'à ceux qui se traînent, qui paraissent ramper sur la chromosphère. On les verra, tantôt accouplés et convergents, tantôt assemblés avec des inclinaisons différentes, mais c'est ici le lieu de remarquer que toutes ces variétés peuvent se rapporter, en grande partie, à de simples effets de perspective et que, en réalité, les bases de filets voisins peuvent être fort éloignées les unes des autres, dans la direction du rayon visuel. Malgré tout, il est une observation fort curieuse sur la forme remarquable de ces filets. En général, à la base, le filet est très voisin de la verticale; puis il s'incline avec beaucoup de délicatesse pour s'élever parfois de nouveau. Leur structure ressemble à un assemblage de longs poils, particulièrement à des moustaches; généralement les filets sont serrés, de telle sorte qu'on les puisse prendre pour des nuages continus si l'air atmosphérique n'est pas favorable aux observations. Au pôle, d'ailleurs, on les trouve fré-

quemment plus clairsemés, avec un sommet confus qui peut se réduire à un très faible nuage, et presque perpendiculaires au bord dans toute leur étendue : il est trop naturel d'imaginer alors que, en cet endroit, il leur manque le courant qui doit les entraîner, par ailleurs.

L'assemblage de tous ces jets, de tous ces nuages, va pouvoir donner naissance aux formes que nous avons appelées *composées* : mais aussi la description succincte qui précède laisse entrevoir suffisamment l'infinie variété de toutes les combinaisons possibles, les caprices auxquels seront sujets les panaches composés pour lesquels il serait illusoire de tenter une description de types constants.

Quelques-unes des masses de ces panaches se présentent avec une organisation très singulière qui leur ferait attribuer, au premier abord, une structure réticulée, laissant des trous obscurs et des ouvertures béantes; ainsi la continuité apparente serait plutôt obtenue dans de mauvaises conditions atmosphériques; mais, si l'on peut effectuer les observations avec un grossissement suffisant, par un temps favorable, et que l'on porte toute son attention sur la structure du panache, il semble bien que cet aspect soit réellement inhérent à la structure intime du phénomène, et que cette sorte de quadrillage résulte seulement de l'entrecroisement varié des divers jets filamenteux.

Le sommet des panaches est le plus souvent très déchiqueté, pour ressembler aux amas de *cirrocumuli* que l'on peut trouver à l'extrémité des nuages orageux et qui constituent alors un ciel pommelé. Quoiqu'il en soit, il est intéressant de remarquer que les panaches s'élèvent toujours au-dessus de la chromosphère par de petits jets isolés et non pas sur une étendue parfaitement continue, bien que, à une certaine hauteur, les filaments se mêlent, s'enchevêtrent et finissent par se confondre en une masse qui paraît unique; aussi, en partant de la base, peut-on suivre les divers filets lumineux qui les produisent et qui, dans les régions plus élevées, se ramifiant parfois, s'inclinent différemment, et arrivent à s'embrouiller de toutes les manières possibles. C'est donc cette structure qui a suggéré l'idée des *formes arborescentes* pour les protubérances; mais il est manifeste, comme nous l'avons déjà fait pressentir, que ces formes complexes, dans la majorité des cas, dépendent de la différence des directions des formes élémentaires que nous projetons virtuellement les unes sur les autres et que, faute d'une transparence suffisante, nous ne pouvons séparer.

Ce serait un travail déjà fort long que de réunir les descriptions de ces figures compliquées qui s'étendent parfois de 30° à 40° en latitude, et à plus de 60° en longitude, sur la surface solaire; nous

nous contenterons de mentionner les hauteurs considérables de 150 à 200", auxquelles ces masses peuvent atteindre; quelquefois 240", mais rarement plus. Les travaux de Lockyer et de Respighi, particulièrement, ont mis en évidence que ces protubérances peuvent s'élever à 300.000 kilomètres de la surface solaire, en même temps que leurs transformations s'effectuent avec la plus grande rapidité: ainsi, Young eut l'occasion de voir un fragment de protubérance se détacher, puis s'élever pendant douze minutes environ, avec une vitesse moyenne comprise entre 200 et 260 kilomètres par seconde.

4. *Pluies solaires.* — Sous cette dénomination, et pour en finir avec la description des singularités superficielles, nous allons réunir enfin quelques cas de queues, protubérances nuageuses, masses filamenteuses, pluies solaires..., mais sans vouloir, bien entendu, laisser nullement entendre par là une communauté d'origine, ou une relation quelconque qui, bien que vraisemblable, est encore entièrement méconnue.

Le phénomène intéressant des *pluies solaires* fut spécialement étudié par Tacchini et nous le rapprocherons des protubérances nuageuses: dans ce groupe, et sous la dénomination de *nuages*, nous voulons comprendre toutes les masses isolées qui nagent, qui flottent isolées au-dessus de la chromosphère, et cette classe nuageuse peut généralement fournir les renseignements les plus utiles à l'intelligence du mode de formation fondamental des protubérances.

Quelques nuages, comme nous l'avons vu, sont le résultat de la désorganisation, de la diffusion des panaches en masses déchiquetées; d'autres, au contraire, paraissent être la continuation même des panaches qui cesseraient d'être alimentés par la partie inférieure de la chromosphère et, ainsi, ils se trouvent alors isolés pour flotter librement dans l'atmosphère supérieure. Puis, dans ces masses isolées, se présente souvent un curieux phénomène: une partie plus brillante se manifeste dans la masse, puis s'épanche en filets curvilignes, s'éparpille en quelque sorte dans toutes les directions, et cette structure singulière ne doit pas être considérée comme très rare; on croit pouvoir en conclure que le phénomène des panaches est susceptible de se former au milieu même de la zone atmosphérique sans que, pour cela, il soit besoin d'un orifice d'émission proprement dit d'où la masse solaire gazeuse pourrait émerger.

Cependant les comparaisons que nous avons faites entre les panaches solaires et nos nuages sont assez grossières: les masses filamenteuses ne ressemblent que d'une façon très lointaine aux

nuages habituels qui résultent des condensations de vapeurs, cumulus ou cirrus. La forme qui se rapproche le plus des panaches est celle de certains cirrus très légers qui sont entraînés à travers notre atmosphère par des courants très violents: et ces aspects se présentent le plus souvent lorsqu'un vent du nord, très violent dans les hautes régions, rencontre des cirrus déjà formés antérieurement, les déchire, les enchevêtre, et les entraîne en filets plus ou moins parallèles. Cette forme, appelée *horse tails* (queue de cheval) en Amérique, est bien en effet, celle qui ressemble le plus aux panaches de l'atmosphère solaire.

En résumé, tous ces phénomènes sont donc le simple résultat d'un transport des masses nuageuses à travers le milieu dans lequel elles flottent et ils ne peuvent servir en rien à la démonstration de l'existence d'une force d'impulsion qui les lance directement à des distances aussi considérables: au contraire, dans le cas des filaments incurvés qui rebroussent chemin ou reviennent sur eux-mêmes après avoir atteint une certaine hauteur, on peut trouver le symptôme et la raison de deux forces distinctes, celle qui les produit et celle qui les transporte.

§ 4. — Ondulations lumineuses.

Enfin, et pour en finir avec les objets plus particulièrement relatifs aux périodes d'éclipses, nous allons dire quelques mots des ondulations solaires: Au commencement et à la fin de la totalité de l'éclipse, la lumière solaire crée de curieuses ondulations sur les murs blancs ou même sur le sol, ondulations qu'on ne saurait mieux comparer qu'à celles qui se produisent au fond d'une pièce d'eau éclairée par le Soleil, et qui correspondent aux ombres des légères vagues de la surface. Cette apparence est encore fort mal expliquée, bien que l'attention ait été attirée sur ce point, pour la première fois encore par Arago, dès la fameuse éclipse du 8 juillet 1842.

« Au moment où l'éclipse allait devenir totale, écrivait à Arago l'un de ses compatriotes, Favvelle, je vis les derniers rayons du Soleil onduler fortement et avec vitesse sur la muraille blanche d'un des établissements militaires du rempart Saint-Dominique. L'effet peut être comparé à ce qu'on observe lorsque la lumière solaire tombe sur un mur ou sur un plafond après avoir été réfléchi à la surface d'une nappe d'eau agitée. Le même phénomène se reproduisit au moment de l'émersion du soleil. Les ondulations, fortes d'abord, s'affaiblirent graduellement et disparurent au bout de 5 à 6 secondes ».

Lors de la même éclipse, un autre observateur, Savourin, écrivait également à Arago: « On a vu

des ombres et des taches lumineuses courir les unes après les autres, comme paraissent le faire les ombres produites par de petits nuages qui passent successivement devant le Soleil. Ces taches n'étaient pas de la même couleur : il y en avait de rouges, de jaunes, de bleues, de blanches ».

Ce phénomène a été presque constamment retrouvé et observé depuis dans toutes les éclipses suivantes; la meilleure et la plus complète description que l'on en possède est due à Diamilla Muller, de Milan, et se rapporte à l'éclipse du 22 décembre 1870; d'ailleurs, pendant l'éclipse du 28 mai 1900, dont nous allons bientôt avoir l'occasion de parler, ces ondes furent notées, en Espagne, par de nombreux observateurs, notamment M. Arcimis, Augustin de Soto, Salvador, Baurich, J. Bru Marin, Moye, etc..., etc.

§ 3. — Observation journalière des protubérances.

Cette observation peut s'effectuer grâce à la méthode dont le principe fut imaginé par Lockyer; bien qu'elle sorte un peu du cadre des éclipses proprement dites, il est cependant indispensable d'en parler, et par ce fait qu'elle fut mise au point pendant une éclipse même, par M. Janssen, comme nous l'avons déjà vu, et à cause des services considérables qu'elle rend tous les jours, des précieuses indications qu'elle fournit sur la constitution des protubérances. Le procédé repose, d'ailleurs, sur les très simples observations suivantes :

Dans les circonstances ordinaires, les protubérances solaires nous demeurent invisibles, pour la même raison que les étoiles : elles sont masquées par la lumière intense que réfléchissent certaines particules de notre propre atmosphère, particulièrement celles qui sont dans le voisinage de la direction du Soleil dans le ciel; mais, s'il nous était seulement possible d'affaiblir en même temps la lumière, elles nous apparaîtraient bientôt. Or c'est précisément là ce que fait le spectroscopie : et puisque la luminosité aérienne n'est autre que de la lumière solaire réfléchie, son spectre sera naturellement le même que celui de la lumière du Soleil, c'est-à-dire une bande colorée et continue, entrecoupée par des raies obscures; alors il est d'expérience élémentaire que ce spectre est fort affaibli par toute augmentation du pouvoir dispersif, puisqu'il va falloir que la lumière s'étale en un plus long ruban de manière à couvrir une surface plus étendue.

D'autre part, si nous voulons effectuer une tentative du même genre sur un spectre discontinu constitué par des lignes brillantes, et si nous augmentons le pouvoir dispersif du spectre employé, les raies lumineuses ne vont nullement subir un affaiblissement du même genre : elles vont s'écar-

ter, il est vrai, les unes des autres, mais sans être, ni diffuses, ni privées de leur éclat. Ainsi donc, si l'image du Soleil formée par une lunette est examinée à l'aide du spectroscopie, on peut espérer voir au bord du disque les raies brillantes corrélatives du spectre des protubérances, si tant est que celles-ci soient réellement gazeuses.

Tel est le principe très simple de cette méthode qui peut comporter les applications instrumentales les plus variées.

II. — LA COURONNE.

Nous avons déjà vu, somme toute, au cours des diverses éclipses, les propriétés générales de la couronne, son aspect, ses variations et les recherches relatives à la composition de sa lumière; aussi allons-nous nous borner désormais à réunir ici quelques tentatives particulières, parfois discordantes, puisque l'on n'a pu obtenir encore de résultats nets avec les procédés proposés pour observer et étudier la couronne en dehors des éclipses.

En ce qui concerne particulièrement l'intensité lumineuse de la couronne, les résultats sont assez différents les uns des autres; et, en effet, une telle évaluation est fort malaisée si l'on veut penser aux variations exceptionnelles et extraordinaires que subit la lumière pendant une éclipse totale de Soleil. Cependant il est manifeste que l'on peut encore distinguer nettement la couronne 40 secondes après la réapparition du Soleil et que l'on peut même constater son existence pendant un temps beaucoup plus considérable, 6 à 7 minutes environ avant et après la totalité : en fait le pouvoir éclairant de la couronne intérieure est relativement considérable, et l'on peut admettre actuellement qu'il est supérieur à celui qui s'attache à la pleine Lune dans les circonstances les plus favorables.

Mais, et c'est là précisément un point dont l'importance relative est difficile à établir, l'éclat de la couronne dépend beaucoup de l'état de notre atmosphère : ainsi, pendant l'éclipse de 1868, sous le beau ciel des Indes, la lumière coronale était fort belle et procurait une clarté suffisante pour lire des caractères de moyenne grandeur. D'autre part, en 1842, Baily observait une couronne très brillante à Paris tandis que, simultanément, et à travers un ciel légèrement brumeux, Airy la trouvait très pâle à Turin; de même, en 1851, la couronne était fort belle à Gottembourg, en Suède; et au contraire, faible et étendue à Lilla-Edel, également en Suède.

Ainsi donc la couronne est assez lumineuse, à ce point que, dans un tout autre phénomène, les

passages de Vénus sur le Soleil, on peut apercevoir la planète 2 ou 3 minutes avant son passage sur le disque solaire, au moment, par conséquent, où elle ne se détache que sur la luminosité de la couronne;

Tout d'abord, en contact immédiat avec la chromosphère, se trouve une première couche dans laquelle la lumière est encore assez vive et qui peut s'étendre à une distance de 10 ou 12 minutes :



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

Fig. 2 à 5. — Photographies de la couronne pendant l'éclipse du 28 mai 1900. (Agrandissement : 3/1. Clichés de M. Destandres.)

Fig. 2. — Temps de pose : 1 seconde.
Fig. 4. — — — — 8 — —

Fig. 3. — Temps de pose : 4 secondes.
Fig. 5. — — — — 30 — —

d'ailleurs, sinon sur la visibilité coronale, nous avons du moins des renseignements assez concordants sur les divisions lumineuses de la couronne :

c'est là, par conséquent, que s'élancent et se transforment les diverses protubérances que nous avons signalées. Cette zone est d'un bleu d'argent, assez

brillante pour présenter un aspect nacré. Quelques auteurs ont voulu décrire diverses couches de lumière, mais cette expression ne nous paraît guère admissible ou vraisemblable, car l'intensité lumineuse va en diminuant par degrés insensibles sans qu'il soit possible d'assigner des limites précises entre les différentes couches.

Jusqu'ici, la couronne peut être considérée comme parfaitement concentrique au disque solaire : les divers aspects qu'elle présente pendant l'éclipse permettent d'autant moins d'en douter qu'elle est plus brillante dans la région où le Soleil est plus voisin du bord de la Lune et, ne pouvant donc plus l'attribuer à l'atmosphère lunaire, il faut bien la considérer comme appartenant presque intégralement au Soleil : mais, pour pouvoir ainsi raisonner avec justesse, il ne faut pas tenir compte d'une partie coronale plus éloignée, d'une zone irrégulière qui, précisément, donna peut-être lieu aux erreurs des premiers observateurs.

Cette seconde région de la couronne constitue, à proprement parler, ce qu'on appelle l'aurole (fig. 2 à 5) : elle est souvent irrégulière et son contour, loin d'être uniforme comme on l'aurait tout d'abord supposé, est indécis et présente des inégalités, parfois même de très profondes échancrures ou cavités. Ces irrégularités ont été remarquées depuis longtemps, et principalement par Gilles, qui étudia en Amérique l'éclipse de 1858 ; les parties les plus brillantes correspondent généralement au voisinage des protubérances et à la base des aigrettes, ou peut-être mieux encore, comme on l'a dit récemment, aux plages brillantes de la chromosphère. Pendant les années 1870 et 1871, cette troisième zone de la couronne présenta même une singularité remarquable : en certains points on observa des sortes d'interruptions de l'aurole ; des cavités profondes qui parvenaient presque jusqu'au bord du disque lunaire ; c'est ce que les Anglais appellent *riffs*, et la position de ces échancrures fut déterminée avec une précision suffisante, soit par les observations optiques, soit, surtout, par la photographie.

Or, en 1860, nous avons dit dans l'histoire des éclipses que, pour la première fois, deux expéditions s'étaient préoccupées de photographier l'éclipse, et nous avons vu sans cesse par la suite les progrès incessants dont nous sommes redevables à ce nouveau procédé d'observation ; mais, ici, c'est peut être le lieu de revenir sur ces deux photographies qui, toutes deux, fournissent des détails intéressants et distincts. L'un des photographes fut Warren de la Rue, à Villabellosa ; l'autre, Secchi, au Desierto de las Palmas, en accompagnant l'expédition espagnole qui était sous la direction d'Aguilar. Ces deux photographies fournirent les résultats suivants : la photographie de Warren de

la Rue, obtenue en grossissant les images avec l'oculaire, reproduit admirablement les protubérances et leurs accessoires, tandis que la couronne n'y est visible que dans sa partie la plus brillante et la moins élevée ; Secchi, au contraire, photographia l'image directe fournie par l'objectif, ce qui a l'avantage de donner une plus grande quantité de lumière et un champ plus étendu.

Depuis cette époque, c'est le second procédé qui est très généralement employé par tous les observateurs : il présente, en effet, tous les avantages, et le seul inconvénient de la petitesse des images est bien aisément détruit par des agrandissements ultérieurs, sans arriver toutefois à mettre en évidence le grain de la gélatine ; nous ne pouvons que mentionner, sur ce point très particulier, l'heureuse tentative réalisée dans l'objectif d'agrandissement de Christie.

Quant à effectuer l'étude de la couronne en dehors des éclipses, c'est là encore un problème fort malaisé, et les recherches de cette nature sont poursuivies par de nombreux observateurs, particulièrement Huggins ¹, Hale ², Ricco ³, etc., bien que, de l'aveu même des auteurs, les résultats soient assez incertains. M. Deslandres reprend aussi cette question ⁴ ; il étudie avec soin les conditions théoriques du problème, il fait de nombreuses tentatives, plusieurs essais avec des méthodes différentes, et parvient enfin à la conclusion ⁵ que la reconnaissance journalière de la couronne est liée étroitement à la découverte d'une méthode permettant d'observer des images formées avec les rayons caloriques seuls. L'obstacle, en effet, qui réside dans la lumière diffuse du ciel, diminue très rapidement au fur et à mesure que l'on veut utiliser des radiations de longueurs d'onde croissantes ; de plus, le spectre coronal indique assez que le maximum d'éclat de la couronne est plutôt situé vers le rouge.

Précisément M. Langley ⁶ parvint à enregistrer les radiations calorifiques du spectre solaire normal par un procédé très ingénieux, bien qu'indirect, et qui nécessite l'intervention d'un bolomètre et d'un galvanomètre très sensibles ; mais cette méthode paraît difficilement applicable au cas de la couronne, car l'image calorique devrait être obtenue par le mouvement d'un point et non pas, comme dans les appareils enregistreurs de la couronne, par le mouvement d'une ligne ; ainsi donc, il reste encore à trouver une méthode permettant la photo-

¹ *Proceedings of the Royal Society*, 1883.

² *Astronomy and Astrophysics*, 1894.

³ *Mémoires des Spectroscopistes italiens*, 1893 et 1894.

⁴ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1891-1894.

⁵ *Bulletin astronomique*, 1894.

⁶ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1891.

graphie directe de ces rayons spéciaux, méthode qui offrirait alors les plus précieux avantages.

Nous pourrions alors résumer¹ de la manière suivante les moyens propres à obtenir le mieux possible des détails faibles de la couronne, tels que, par exemple, les rayons caractéristiques.

Les photographies de la couronne peuvent se diviser en épreuves à petite et à grande échelle ; les premières donnent la structure générale, mais elles sont relativement peu utiles, puisque cette structure est actuellement connue à l'avance ; les grandes épreuves, au contraire, sont plus intéressantes, car elles montrent les divisions de la couronne et se prêtent, autant qu'il est possible, à l'étude des rotations encore indéterminées entre les jets coronaux et les détails de la surface même du Soleil. Et, puisque la couronne présente à la fois des parties très intenses près du bord solaire, et des parties très faibles du côté opposé, particulièrement dans les jets caractéristiques, il est bon *a priori* d'employer des plaques lentes, qui ont l'avantage d'avoir une échelle de tons plus étendue, et de se prêter aux nuances délicates ; cela d'autant plus que les parties les plus faibles sont peut-être aussi les plus intéressantes.

Mais, d'autre part, les régions les moins lumineuses ont à lutter contre un ennemi, que l'on rencontre plus ou moins dans tous les appareils d'Optique, et qui consiste dans la lumière diffuse de l'appareil : aussi, pour diminuer cette lumière diffuse, est-il bon d'éviter, autant que possible, les miroirs auxiliaires, les objectifs à quatre verres, les objectifs d'agrandissement... Enfin, une autre sorte de lumière intervient encore, celle que diffuse le ciel, qui se trouve en quantité d'autant plus notable que la durée de l'éclipse est plus courte, et dont nous eûmes l'occasion déjà de montrer l'intérêt : elle a pour origine la diffusion de la lumière coronale dans les couches d'air situées au-dessus de l'observateur, et, en outre, la diffusion de la lumière du disque central dans les régions élevées et éloignées de l'atmosphère, à côté de la zone de totalité. Or, cette lumière diffusée se trouve relativement très intense dans l'ultra-violet, et diminue rapidement lorsqu'on remonte vers le jaune, le rouge et l'infra-rouge, ce qui permet d'expliquer pourquoi les jets coronaux observés à l'œil sont plus longs que sur les plaques ; c'est également pour cette raison que M. H. Deslandres fut amené à placer devant les plaques des écrans jaunes et rouges, pour diminuer la lumière du ciel et faire mieux ressortir les rayons coronaux. Dans cet ordre d'idées, il serait encore avantageux d'employer une

plaque impressionnée par les seuls rayons infra-rouges.

III. — L'ÉCLIPSE DU 28 MAI 1900.

Cependant, parmi les éclipses du XIX^e siècle, nous avons omis la dernière, celle du 28 mai 1900, parce que nous voulions donner à son sujet quelques indications plus étendues : la ligne centrale, partant du Sud de l'Amérique du Nord, venait traverser le Portugal, l'Espagne, l'Algérie et la Tunisie, et de nombreuses Missions s'étaient préparées. Malheureusement l'éclipse totale était de courte durée, une minute à Alger, et, comme toujours dans ce cas, le ciel est resté assez éclairé ; aussi les photographies les meilleures devaient être, en général, celles de pose la plus courte, et l'on pouvait aisément les repérer puisqu'il était facile d'avoir, dans le champ, l'image de la planète Mercure.

Les préparatifs ne furent pas inutiles : un peu avant la totalité, on put noter l'apparition des franges ondoyantes et mesurer avec succès, en Espagne, la réfrangibilité de la principale raie coronale, la raie verte. Les panaches avaient une forme incurvée à l'équateur, tandis que les pôles étaient munis d'aigrettes, ce qui caractérise bien le type coronal de minimum d'activité solaire. De plus, grâce au photopolarimètre Cornu, M. Landerer mesura la proportion de lumière polarisée de la couronne solaire. Deux mesures assez concordantes lui ont fourni pour la lumière polarisée la proportion de 0,52, ce qui est très considérable : d'autre part, M. Joubin, guidé dans ses recherches par une idée préconçue sur la nature de la lumière coronale, a trouvé qu'il y avait au moins trace de polarisation elliptique.

Nous ne pouvons songer à mentionner tous les astronomes qui se rendirent à cette éclipse, d'autant plus que cette énumération serait fort dépourvue d'intérêt, et nous allons nous borner à mentionner les principaux résultats.

A Alger, un grand nombre d'astronomes sont allés pour observer la couronne et les protubérances, notamment M. Stéphan. Le nombre des photographies obtenues est de 28 pour l'éclipse partielle, et de 6 pour la couronne. Parmi ces photographies, l'une d'elle présente un grand intérêt : prise dix secondes avant la totalité de l'éclipse, elle donne à la fois des images intenses des points de Baily, de la chromosphère, des protubérances et de la couronne ; M. Trépied signale encore une curieuse protubérance en boule. L'un des caractères distinctifs pour la couronne de cette éclipse résulte de la grande netteté avec laquelle sont accusés les rayons polaires, ce qui rappelle les couronnes de 1878 et de 1887. La photographie du spectre des lignes brillantes de la chromosphère, dans la ré-

¹ Voir H. DESLANDRES : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Février 1901.

gion qui s'étend de G à I, contient un nombre considérable de raies; malheureusement on aboutit à un résultat négatif dans une tentative faite pour obtenir les spectres de deux parties diamétralement opposées de la couronne, à 5' d'arc environ du bord du Soleil dans l'équateur de cet astre.

Quant aux observations thermo-actinométriques, il est à remarquer que le minimum du thermomètre à boule brillante s'est produit environ 6 minutes après le milieu de l'éclipse; la température à l'ombre, sans abri, n'a baissé que de 1°,5 pendant toute la durée de l'éclipse, mais sans passer par un minimum net à aucun instant; le thermomètre humide a suivi constamment une marche parallèle à celle du thermomètre sec et, enfin, la variation du baromètre n'a rien montré qui puisse être attribué à l'éclipse pour une influence quelconque.

M. de la Baume-Pluvinel, à Elche, obtient neuf épreuves photographiques de la couronne avec un appareil à trois objectifs de 1^m50 de foyer; trois clichés avec un objectif de 2^m70 de foyer; la couronne appartenait au type bien caractérisé des couronnes de minimum d'activité solaire; les photographies sont presque identiques à celles obtenues en 1887 aux Iles du Salut: on y retrouve la même forme incurvée des panaches équatoriaux et les mêmes aigrettes aux pôles. Le spectroscopie a donné un spectre continu de la couronne s'étendant à 12' environ du bord du Soleil; il est impossible, dans ce spectre, de retrouver les raies de Fraunhofer; quant aux raies brillantes, on en compte environ 35, qui ne sont guère visibles que d'un côté de l'équateur, l'activité solaire devant être beaucoup moindre de l'autre côté. La raie coronale s'étend à 4 ou 5' du bord du Soleil.

M. J. Comas Sola, à Elche, obtient deux photographies de la couronne et trois photographies spectroscopiques; on y remarque plus de 120 raies: H, K, F, celles de l'hydrogène, de l'hélium (D₃), du titane, du fer, du magnésium, enfin la raie 1474 K du coronium; la profondeur dans la chromosphère a été en moyenne au moins de 22"; toujours le type du minimum d'activité; l'expansion équatoriale maxima atteint presque trois fois le rayon solaire.

M. H. Deslandres, à Argamasilla, s'était installé pour étudier les divers points suivants:

1° Recherche de la vitesse de rotation de la couronne, par la méthode spectrale qu'il avait appliquée dans ce but, pour la première fois, en 1893.

2° Reconnaissance du spectre ultra-violet de la couronne dans la seconde partie la plus réfrangible (de λ 3.500 à λ 3.000), qui est absorbée par les verres ordinaires et fut obtenue, pour la première fois, mais d'une manière incomplète, en 1893; reconnaissance du spectre ultra-violet de la *couche renversante* de

la seconde partie, problème non encore abordé.

3° Etude du spectre calorifique de la couronne dans une partie éloignée du rouge, étude non encore abordée et très importante pour les recherches ultérieures sur la couronne.

4° Photographie directe de la couronne avec des plaques lentes et à grain fin.

La recherche sur la rotation de la couronne semble avoir conduit à une rotation plus rapide que celle du disque; les raies gazeuses chromosphériques et le spectre continu sont assez intenses sur les épreuves; mais les raies coronales indispensables à l'étude de la rotation manquent presque absolument, sauf en deux points où elles ont la faible hauteur de 3' et se prêtent, à la rigueur, à une mesure; cette faiblesse des raies coronales a déjà été signalée aux époques des minima de taches. Pour ce qui est du spectre ultra-violet, on l'a complet (hauteur 15'), mais sans détail. D'autre part, M. Deslandres obtient des épreuves qui donnent: 1° le spectre ultra-violet entier de la couche renversante, à savoir la moitié déjà connue, de λ 4.000 à λ 3.500, et la partie non encore reconnue, de λ 3.500 à λ 3.000; 2° le spectre ultra-violet entier de la chromosphère supérieure, non reconnue jusqu'alors, par la méthode Lockyer-Janssen; 3° le spectre entier de la couronne avec deux anneaux complets qui annoncent deux radiations coronales nouvelles.

Enfin, un chronophotographe à pellicule mobile a fourni, en deux minutes, jusqu'à 500 épreuves successives de 0^m,02 de haut sur 0^m,03 de large, qui montrent la marche du phénomène: une des épreuves montre la série complète des raies ultra-violettes de l'hydrogène au moins 24). Les expériences sur le rayonnement calorifique indiquent clairement la possibilité d'obtenir la couronne en dehors des éclipses avec les rayons calorifiques. Sur quelques-unes des photographies directes qui ont été obtenues de la couronne, on voit les bandes équatoriales s'écarter du Soleil à la distance de deux diamètres.

M. Hamy, à Elche, obtient sept photographies de la couronne, dont quelques-unes fort étendues, qui accusent encore nettement un minimum d'activité. Pour les observations spectroscopiques, il est à remarquer que la raie verte caractéristique de la couronne, bien que tombant dans une région sensible des plaques orthochromatiques employées, n'a donné aucune trace d'impression; cette raie n'a pas été aperçue non plus dans le spectroscopie organisé en vue d'un examen oculaire qui a fourni un spectre continu dans la région avoisinant la longueur d'onde λ 530; l'absence de cette raie verte n'a pas permis d'utiliser un grand appareil interférentiel adjoint à ce spectroscopie, appareil destiné

à étudier plus complètement la constitution de la raie demeurée invisible.

M. Landerer, à Elche, étudiait la lumière polarisée comme nous l'avons déjà dit; il est bon de remarquer en outre que la proportion de lumière polarisée provenant des régions de l'atmosphère situées à 90° du Soleil a fort sensiblement la même valeur que celle qui précède des enveloppes mêmes de cet astre, ainsi qu'il résulte de plusieurs observations faites par un ciel serein, à Tortose, et précisément au mois de juin, car cette dernière proportion atteint des chiffres variant de 0,50 à 0,57.

M. Marcel Moye, à Elche, remarque les franges sous forme d'ondulations sinusoïdales régulières, grisâtres, et tranchant faiblement sur un sol rougeâtre éclairé par les derniers rayons du Soleil: leur largeur était de 8 à 10 centimètres, leur intervalle de 30 à 40; elles avaient sensiblement une direction est-ouest, et leur vitesse de translation était assez faible, celle d'un homme au pas. Une minute à peu près avant la totalité, M. Moye signale le phénomène suivant: En plus du premier système, un second réseau de franges vient se superposer au premier: leur apparence était la même, mais cette fois leur mouvement était en sens contraire, c'est-à-dire ouest-est, de sorte que l'ensemble des deux systèmes d'ondulations offrait l'aspect de la représentation algébrique ∞ de l'infini.

A Paris, peu de résultats: par temps médiocre, l'on ne put observer que le dernier contact de l'éclipse (*partielle* en France), et les observations ne sont pas très concordantes. A Lyon, les contacts sont observés et l'on a pu les déduire de l'étude suivie des flèches des images, tandis que trois instruments permettaient d'étudier le ligament noir antérieurement signalé par M. André. A Besançon, observations par temps brumeux et ciel variable.

A Toulouse, avec M. Baillaud, observation directe des contacts, mesure de la corde commune, obtention de clichés photographiques; les observations météorologiques montrent que la température a baissé de 3°; l'état hygrométrique de l'air et la pression barométrique sont sans changements; le vent, qui était modéré, a légèrement faibli pour se modérer à la fin. A Bordeaux, avec M. Rayet, l'observation des contacts se fait dans un ciel nébuleux, à travers les légers cirrus qui tiennent peut-être au refroidissement dans le cône de pénombre, et la température a baissé de 3°,9.

A Nice, les conditions atmosphériques sont excellentes, et les observations fructueuses: M. Perrotin appelle tout particulièrement l'attention des observateurs sur les rapports possibles entre la lumière zodiacale et ces formes variées de la couronne. Encore que partielle à Marseille, l'éclipse cache cependant les 8/10 du diamètre solaire et

l'on peut faire de bonnes observations: on note les contacts, les occultations par la Lune des taches situées sur le disque solaire; la température baisse de 3°,1 jusqu'au milieu de l'éclipse pour remonter ensuite, et la déclinaison magnétique suit une marche analogue.

A l'Observatoire de Météorologie dynamique de Trappes, M. Teisserenc de Bort lance un ballon-sonde à 2 h. 49 m.; il s'élève rapidement et, après avoir traversé deux couches de cirrus, atteint 10.500^m à 3 h. 42; le thermomètre marquait alors — 55° et se maintient à cette température de 3 h. 49 m. à 4 h. 2 m. En outre, les enregistreurs fournissent à M. Violle d'importantes mesures actinométriques.

IV. — THÉORIES SOLAIRES.

Pour chaque partie du Soleil, prise séparément, on a pu voir se développer les hypothèses et les théories les plus variées et, cependant, quelques-unes d'entre elles répondent assez bien à la plupart des faits observés et suggèrent des expériences nouvelles.

Bien entendu, les premières théories se proposèrent uniquement l'explication des taches: à ce phénomène s'était, dès les premiers temps bornée l'observation; puis, lorsque la chromosphère fut étudiée d'une façon plus particulière, de nouvelles hypothèses surgirent pour satisfaire aux plus récentes observations. Une des théories les plus généralement admises, et qui rend assez bien compte, somme toute, de l'ensemble des principaux phénomènes observés, est celle de M. Faye. Elle explique bien les variations de la vitesse superficielle dans la photosphère par les mouvements verticaux des gaz et, aussi, la formation et la segmentation des taches à l'aide de tourbillons en cyclones analogues à ceux de notre atmosphère¹; en outre, cette théorie a le grand avantage de rapporter uniquement les phénomènes solaires à des phénomènes du même ordre journallement observés à la surface de la Terre, et M. Faye fait aussi remarquer que cette étude du Soleil peut, réciproquement, suggérer des idées nouvelles sur la météorologie terrestre.

Les théories sont beaucoup plus variées s'il s'agit d'expliquer uniquement la nature de la couronne; mais, dans ce cas, il est vrai, l'incertitude est encore plus grande par ce fait que les analogies font presque entièrement défaut. Il reste seulement évident que la couronne est intimement liée à la photosphère et à la chromosphère, et que toute explication qui la concerne doit s'accorder égale-

¹ FAYE: *Sur l'origine du monde*, p. 235-256.

ment avec les faits acquis sur les deux autres parties du Soleil. D'ailleurs, les théories de la couronne se divisent en deux grandes catégories, selon qu'il s'agit d'attribuer la couronne à une matière venue du dehors, ou bien, au contraire, de la supposer émanée du Soleil lui-même.

L'idée d'attribuer la couronne à des essaims météoriques, ou à des comètes très voisines du Soleil, et de rapporter les aigrettes caractéristiques aux queues cométaires est déjà assez ancienne : en particulier, elle fut adoptée par M. Norman Lockyer qui devait même la généraliser pour expliquer les étoiles variables ; cette même idée est reprise par M. Schuster, dans son rapport sur l'éclipse totale de 1886¹, qui prétend que « cette théorie a l'avantage de fournir une explication plausible de la périodicité solaire et mérite de fixer l'attention des hommes de science. » En fait, elle conduit à la conséquence suivante : la couronne doit présenter une dissymétrie spéciale, toujours du même côté pour les mêmes mois de l'année ; or l'examen attentif des couronnes antérieures à 1886 lui montre bien, en effet, que la couronne est toujours plus étendue à l'Est pendant le mois d'avril, et que, au contraire, elle est plus large à l'Ouest en juillet et août.

Cependant, pour les observations de la couronne de 1893, la confirmation de telles théories ne va pas être nette et les phénomènes se compliquent ; pour les épreuves photographiques à longue pose, la couronne apparaît légèrement plus large à l'Est, tandis que, pour les faibles poses, cette extension est plutôt portée vers l'Ouest.

Cette théorie, d'ailleurs, a d'autres points faibles : elle ne rend aucun compte des jets courbes et symétriques de la couronne à l'époque du minimum des taches, non plus que des extensions équatoriales et, enfin, elle implique une trop grande vitesse pour les parties extérieures de la couronne qui devraient participer au mouvement rapide des météores.

La tendance moderne et plus générale serait d'attribuer la couronne à des éruptions de matière issues de la photosphère et, en effet, les protubérances du bord solaire ont parfois des vitesses radiales supérieures à 600 kilomètres par seconde, vitesse initiale assez considérable pour rejeter la matière pour ainsi dire à l'infini. Le gaz ainsi projeté loin du Soleil se refroidit alors suffisamment pour se condenser et donner naissance aux poussières de la couronne. Cette hypothèse fut reprise dans ses derniers temps par M. Schœberle, astronome à l'Observatoire Lick, et développée d'une manière complète sous le titre *A mechanical Theory of the Solar corona*² : par des éruptions normales

à la surface, et réparties uniformément sur le parallèle de 15°, M. Schœberle estime pouvoir expliquer les rayons courbes des pôles et les différents aspects de toutes les couronnes.

Mais ce n'était encore là qu'un essai, une série d'idées premières ; car M. Schœberle allait avoir l'occasion d'observer l'éclipse de 1893, au Chili, dans les excellentes conditions d'une station de montagne, et il crut devoir publier tout de suite une note préliminaire¹ pour la rectification de ses hypothèses primitives : désormais il suppose que les centres d'éruption sont irrégulièrement distribués, hypothèse beaucoup plus logique, ou bien encore qu'ils sont jalonnés sur la surface solaire par les taches et les facules, les vitesses ayant des grandeurs et des directions quelconques. Alors le mouvement est uniquement déterminé par la vitesse initiale d'éjection et la gravitation universelle, exactement comme pour les planètes et les comètes. Les très grandes vitesses fournissent les rayons de la couronne extérieure ; les vitesses moyennes engendrent les rayons enchevêtrés de la couronne moyenne, et la même origine peut être attribuée aux protubérances. Enfin les rayons courbes de la couronne moyenne et les filaments incurvés des protubérances seront tout simplement des ellipses dont un foyer est occupé par le Soleil, ce qui permet à M. Schœberle de dire que « cette hypothèse simple explique bien toute les apparences de l'atmosphère solaire, et par la seule loi de la gravitation, en dehors de toute action magnétique ou électrique. »

La même année, une hypothèse bien différente et assez curieuse était proposée par M. Bigelow² : On suppose le Soleil fortement aimanté et dans les mêmes conditions que la Terre, c'est-à-dire de façon que les pôles magnétiques soient voisins des pôles de rotation. Mais cela ne suffit pas : il faut encore admettre alors que les particules coronales s'orientent suivant les lignes de force, tout comme la limaille de fer dans l'expérience classique des aimants ou, si l'on veut, que ces particules soient sinon ferrugineuses, au moins magnétiques. En résumé, M. Bigelow superpose une deuxième hypothèse à la première, et si une action de l'ordre du magnétisme peut être possible près des pôles solaires, du moins la force supposée est insuffisante pour expliquer l'ensemble du phénomène ; il est juste de dire, toutefois, que M. Bigelow a présenté accidentellement cette hypothèse, au cours de recherches fort intéressantes sur les variations périodiques de l'aiguille aimantée à la surface de la Terre.

Nous voici parvenus à tout un groupe de travaux dont le but est d'expliquer les phénomènes solaires par des théories électriques :

¹ *Philosophical Transactions*, 1890.

² *Rapport de l'Observation Lick sur l'éclipse de janvier 1889*.

¹ *Astronomy and Astrophysics*, 1893.

² *Astronomy and Astrophysics*, 1893.

Guidés par des analogies de forme, d'anciens observateurs furent tentés d'admettre une origine électrique pour les protubérances et, dès 1873, Tacchini et de la Rive les comparaient à nos aurores boréales¹ : Fizeau, en s'appuyant sur de nouvelles preuves, était conduit à considérer cette hypothèse comme la plus probable². D'ailleurs il est bon de remarquer que tous les auteurs qui ont rapporté l'ensemble des phénomènes à d'autres causes, par exemple à la chaleur solaire et aux éruptions, comme le P. Secchi³ et le P. Sigreaves⁴, ou à des combinaisons chimiques, comme M. Brewster⁵, que tous ces auteurs admettent la coexistence d'actions électriques importantes. Néanmoins, toutes ces explications ne sont réellement valables que pour les protubérances, et même, plus exactement, pour certaines protubérances : elles négligent complètement la chromosphère, dont l'importance est pourtant plus considérable, et n'apportent aucune lumière sur la cause et la nature même de cette action électrique.

De même, on chercha souvent l'explication de la couronne dans des théories électriques : dans un important mémoire sur la question, M. Huggins⁶ signale minutieusement les nombreuses analogies des rayons coronaux avec les formes des queues cométaires ; or, si l'on veut s'en tenir aux théories fréquemment admises de Faye⁷, [Norton, Bredichin⁸...], il faut attribuer les queues cométaires à une force répulsive, émanant du Soleil, qui serait proportionnelle à la surface et de nature électrique ; c'est donc par de telles impulsions électriques que M. Huggins s'applique à représenter les rayons coronaux. La même opinion est encore soutenue par M. Balfour Stewart⁹.

Dans un autre ordre d'idées, MM. Hermann Ebert¹⁰, Pupin¹¹... invoquent, pour la couronne, la réaction et la polarisation diélectrique des poussières cosmiques extérieures, sous l'influence de perturbations électriques supposées dans le Soleil et, par conséquent, la production d'étincelles électriques dirigées vers l'extérieur dans le gaz coronal. Enfin, M. Deslandres¹² propose une théorie électrique basée sur l'analyse spectrale. Cette théorie con-

duit à un rapprochement intime entre notre atmosphère d'une part, avec ses phénomènes électriques, et, d'autre part, la chromosphère du Soleil ; de toute façon, il y a là une tentative précieuse, puisque nous aurions autour de nous un point de comparaison d'observation plus courante et plus accessible.

V. — CONCLUSIONS.

Nous avons essayé d'exposer la si vaste question du Soleil et, certainement, sans y réussir d'une façon satisfaisante. Bien que, au point de vue de l'Astronomie physique proprement dite, les documents s'accroissent, les faits se précisent, les expériences incontestables soient acquises et les idées nouvelles germent tous les jours, nous n'avons pu développer aucune théorie particulière ni entrer dans la moindre description. Quelles sont l'étendue et la composition de la couronne ? L'atmosphère coronale est-elle entraînée par le Soleil comme une atmosphère ordinaire ? Peut-être même plus vite, selon l'étrange indication provisoire de M. Deslandres ? Quelle est l'énergie électrique de la couronne ? Existe-t-il quelque rapport entre les grandes marées géologiques et la stabilité du système solaire ? Les phénomènes électriques interviennent-ils dans les manifestations lumineuses ? La variation de l'aiguille aimantée, selon l'indication obtenue à Marseille, les aurores polaires, sont-elles en rapport avec le Soleil ? Mais, bien plus, nous n'avons rien dit des taches, de leurs observations régulières, de leur rotation, de leurs transformations, de leurs variations périodiques et de leur relation avec l'apparition des cirrus de notre atmosphère, des problèmes analogues pour les facules, les granulations, et nous ne pouvons que renvoyer aux deux excellents ouvrages de Secchi et de Young.

Il est jusqu'ici bien prématuré de conclure en faveur d'une théorie, d'une hypothèse, plutôt que d'une autre : d'abord parce que nous n'avons pas l'autorité nécessaire et, de plus, parce que nous nous sommes plutôt proposé de montrer que l'Astronomie, jadis étude des positions, puis science mécanique avec Newton, allait puiser ensuite un puissant auxiliaire dans la Physique et la Chimie et que, malgré quelques défenseurs encore des vieilles méthodes, elle devient pour ainsi dire de jour en jour moins abstraite, que son essor moderne vers la constitution physique du monde et vers la cosmogonie elle-même est considérable et que, de ce fait, ce monde même nous devient plus palpable, entre, pour ainsi dire, en rapport plus direct avec nous.

Jean Mascart,
Docteur ès Sciences.

¹ *Memorie della Societa degli Spettroscopi Italiani*, 1893.

² *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1891.

³ SECCHI : Le Soleil.

⁴ The physical constitution of the Sun. *Astronomy and Astrophysics*, 1894.

⁵ A short review of my theory of the Sun. *Astronomy and Astrophysics*, 1894.

⁶ On the corona of the Sun. *Proc. of the Royal Soc.*, 1885.

⁷ *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1883-1885.

⁸ *Annales de l'Observatoire de Moscou*, t. V et *Astronomische Nachrichten*, n° 2111.

⁹ *Proceedings of the Royal Institution*, t. IV.

¹⁰ *Astronomy and Astrophysics*, 1893.

¹¹ *Astronomy and Astrophysics*, 1893.

¹² *Rapport sur l'éclipse du Soleil du 16 avril 1893*.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Forest (F.) et Noalhat (H.). *Ingénieurs. — Les Bateaux sous-marins. Tome II : Technologie. — 1 vol. in-8° de 400 pages avec 311 figures (Prix : 15 fr.) Veuve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1900.*

Le premier volume de l'important ouvrage de MM. Forest et Noalhat a été analysé dans la *Revue générale des Sciences* du 30 décembre 1900. Le second traite, comme l'indique son titre, de la technologie des sous-marins. Il est divisé de la façon suivante : immersion et stabilité, orientation, direction, sécurité, habitabilité, forme, force motrice et propulsion, appareils de changement de marche et hélices réversibles, armement, appareils divers. Cette simple nomenclature donne une idée de la façon très complète dont les auteurs ont approfondi le sujet. Il faut ajouter qu'ils ne se sont pas départis de cette largeur de vue qui les a guidés depuis le commencement : Il n'y a pas, disent-ils, d'idées négligeables, le progrès est la résultante de tous les efforts individuels, et ils se sont assujettis, partant de là, à ne rien laisser de côté, tout en indiquant leur manière de voir et en préconisant les moyens pratiques et rationnels. On conçoit, dans ces conditions, quel intérêt offre cette encyclopédie des sous-marins et combien il est difficile de donner dans une courte analyse une idée d'un pareil traité.

Dans le premier chapitre, consacré à l'immersion et à la stabilité, deux cas sont à considérer : flottabilité nulle et flottabilité positive. Avec la flottabilité nulle, les essais qu'on a tentés sur des sous-marins de volume variable n'ont pas réussi ; c'est par introduction d'eau dans des réservoirs qu'on modifie graduellement le poids du bateau de manière à rendre le poids du navire égal à la poussée à telle ou telle profondeur. Le sous-marin ne peut d'ailleurs trouver son équilibre qu'après une série d'oscillations pendulaires faciles à comprendre ; c'est seulement avec des appareils asservis qu'on peut obtenir une immersion régulière et un équilibre un peu durable. D'autre part, les réservoirs doivent être disposés de manière à assurer la stabilité d'assiette longitudinale, même lorsque les hommes se déplacent pour manœuvrer. Parmi les appareils décrits, le régulateur d'immersion de M. Noalhat et l'appareil de stabilité longitudinale de M. Forest méritent une mention spéciale.

Dans le second cas, la poussée l'emporte sur le poids ; l'excès de flottabilité offre de sérieux avantages : si le régulateur d'immersion ne fonctionne plus, le sous-marin ne risque pas de s'immerger à une profondeur telle que sa coque puisse être écrasée ; si les appareils de retour à la surface ne marchent pas, le bateau y revient de lui-même. Enfin l'excès de flottabilité est un facteur important de la stabilité du sous-marin. Si l'on veut avoir un certain excès de flottabilité, il faut un dispositif qui crée une action mécanique capable d'annuler l'effet de la poussée.

Deux procédés s'offrent pour provoquer l'immersion : on peut avoir recours à des hélices à arbres verticaux ou à l'emploi de gouvernails horizontaux qui provoquent la plongée du bateau en marche seulement. Ce dernier procédé est le seul qui ait donné de bons résultats. La solution qui semble devoir prévaloir consiste à employer quatre palettes-gouvernails, que l'on place symétriquement deux par deux vers l'avant et vers l'arrière de chaque côté du navire ; on arrive ainsi, sur des sous-marins dont le tonnage varie de 30 à 300 tonnes et où la force de flottabilité a des va-

leurs comprises entre 15 et 100 kilos, à obtenir une route sensiblement horizontale, l'axe du bateau étant incliné seulement de 2 à 5°. Les auteurs donnent ensuite le principe du régulateur d'immersion, composé d'un piston hydrostatique et d'un lourd pendule pouvant subir de légers déplacements en avant ou en arrière suivant que le bateau s'incline la pointe en bas ou la pointe en haut. Le rôle du premier est de rectifier l'immersion ; ce qui du second est de rectifier l'horizontalité, et la combinaison de leurs effets assure la régularité des trajectoires.

Le chapitre relatif à la stabilité d'assiette transversale, beaucoup moins importante que la stabilité longitudinale, est court. On y trouve démontré l'avantage d'employer deux hélices à pas et à sens de rotation contraires.

L'orientation est liée à la visibilité ; trois cas se présentent : 1° *Navigation à la surface ou en affleurement* : le commandant surveille l'horizon et guide le navire en regardant par un capot ; 2° *Navigation en immersion complète à moins de 3 mètres d'eau au-dessus de la plate-forme supérieure* : des appareils de vision dans une direction déterminée (tube optique) ou de vision panoramique (périscope traversant la paroi supérieure et vont recueillir au-dessus de l'eau l'image qui parvient, par une ou deux réflexions, dans l'intérieur du bateau et d'après laquelle on se guide) ; 3° *Navigation en immersion complète au delà de 3 mètres* : la visibilité est nulle, le bateau se conduit au moyen du compas et du gyroscope et revient de temps à autre vérifier et rectifier sa route.

La direction s'obtient au moyen du gyroscope. Les auteurs donnent la théorie de l'appareil et la description du gyroscope marin. La construction de cet appareil, qui est la boussole du sous-marin, demande une précision mathématique et son emploi exige un personnel soigneux et expérimenté, mais on peut dire qu'il résout complètement le problème de la direction.

MM. Forest et Noalhat attachent une grande importance à la sécurité. Ils voudraient que non seulement la coque du sous-marin fût d'une solidité qui lui permit de résister à la pression à de grandes profondeurs, mais même qu'elle fût munie de cloisons étanches, qui compliquent un peu ces navires. Ils demandent qu'on place un double jeu d'appareils d'immersion et qu'on prévienne la faculté de pouvoir chasser l'eau qui se trouve en excès dans les réservoirs, au moyen de l'air comprimé. Enfin, ils voudraient multiplier les poids de sécurité, pièces de fonte ou de plomb d'un poids plus grand que celui de l'eau emmagasinée dans les réservoirs, poids qu'une manœuvre très simple permet de laisser tomber comme un ballon jette son lest.

Pour l'habitabilité, on peut obtenir l'aération d'un sous-marin de trois manières : 1° par l'air ou l'oxygène comprimé dans des réservoirs ; 2° par la purification et la régénération de l'air vicié au moyen de procédés chimiques ; 3° par le retour du bateau à la surface où on renouvelle l'air intérieur avec des ventilateurs. Le premier procédé est dangereux et nuisible à la santé ; le second, qui consiste à faire absorber l'acide carbonique par des matières convenables, soude caustique, chaux, bioxyde de magnésium, etc., et à expulser la couche intérieure par une pompe pneumatique en cas de besoin, tend à prévaloir actuellement. Les auteurs préconisent le troisième, qui consiste à revenir à la surface, à la façon des souffleurs, renouveler sa provision d'air.

MM. Forest et Noalhat, dans le chapitre relatif à la forme, se contentent de rappeler des essais sur la ré-

sistance des carènes sans donner leur avis, sauf sur ce point qu'il y a avantage à faire courts les bateaux peu rapides. Comme section transversale, ils recommandent de se rapprocher de la forme circulaire, qui assure une plus grande résistance aux pressions extérieures.

L'étude de la force motrice et de la propulsion embrasse un chapitre de 150 pages; l'espace restreint d'une courte analyse ne permet que d'en donner un aperçu, bien que cette partie présente un intérêt tout spécial à cause de la compétence bien connue de M. Forest. Etant donné que tout sous-marin doit être muni d'un moteur électrique, qui sera seul employé pendant la marche en immersion, doit-il recourir aussi et forcément au même mode de propulsion quand il navigue à la surface? Evidemment non, mais on doit distinguer cependant deux classes de sous-marins: les uns, garde-côtes, s'éloignant peu des ports, auront de préférence un moteur unique; les autres, autonomes, doivent avoir deux moteurs, un de surface et un d'immersion; au moment de plonger, ils éteignent les feux, remplissent les réservoirs au niveau convenable, et procèdent alors comme un bateau purement électrique au moyen de leurs dynamos.

Comme générateur d'énergie électrique, les piles sont impuissantes; seuls les accumulateurs sont admissibles. Après avoir étudié les types d'accumulateurs, les auteurs décrivent le moteur électrique et abordent une question capitale, celle des changements de vitesse. Dans le cas de deux électro-moteurs, manchonnés sur le même arbre d'hélice, on a la faculté de faire leur couplage en tension ou en quantité, en munissant les collecteurs de balais doubles; ensuite, par la manœuvre d'un coupleur, il sera facile de grouper la batterie pour les différences de potentiel suivantes: 30, 100, 150 et 200 volts. L'échelle de vitesse sera suffisamment étendue pour satisfaire au fonctionnement du sous-marin en employant les quatre combinaisons et en couplant les deux électromoteurs en tension ou en quantité, ou en retirant un des électromoteurs du circuit.

MM. Forest et Noalhat passent ensuite en revue les divers projets de chaudières sous pression proposées pour servir à recharger les accumulateurs et arrivent aux sous-marins autonomes. Là, le moteur, à vapeur ou à pétrole, doit remplir le double rôle de propulseur et de récupérateur de force. Le moteur à vapeur présente deux grandes qualités, il est plus simple et plus robuste; il est difficile, par contre, d'obtenir une mise en pression rapide de la chaudière; cependant, on peut citer deux systèmes assez bons: celui, bien connu des yachtsmen, de la «Liquid Full Engineering Co», qui permet d'avoir de la pression en dix ou onze minutes, et les procédés de M. A. Seigle, employés sur le *Narval*. Pour les moteurs à hydrocarbures, on peut invoquer les avantages suivants: ils sont légers, peu encombrants, leur mise en marche et leur arrêt sont instantanés.

Cette partie est à lire dans son entier. Ne pouvant suivre les auteurs sur ce terrain, nous appellerons l'attention sur leur moteur à huile lourde, de 500 chevaux, pesant moins de 20 kilos par cheval, et sur le moteur Diesel, fort intéressant et qui est l'objet d'une description très complète.

Le chapitre X traite des appareils de changement de marche. Le sous-marin autonome devant avoir recours à deux moteurs distincts, l'un électrique, l'autre à vapeur ou à pétrole, le propulseur doit, par économie de poids et de prix, tourner le plus vite possible dans l'un et l'autre cas. Cependant, les vitesses qui conviennent avec les deux genres de moteurs sont loin d'être égales; donc, il devient indispensable de faire varier le facteur de la transmission et on ne peut y arriver qu'en employant un changement de vitesse, à moins de modifier le pas de l'hélice quand on change le nombre de tours. De nombreux systèmes de changement de marche sont décrits par les auteurs. Pour les hélices réversibles, qui paraissent l'objet de leurs préférences, ils disent qu'elles ont peu été employées jusqu'ici; cela est vrai en France; mais, au contraire, on en a pas mal installé à l'étran-

ger, toujours avec le pire résultat, et cela parce qu'on a eu recours à des appareils délicats et fragiles. La solution de MM. Forest et Gallice paraît dans de meilleures conditions.

Le chapitre suivant est consacré à l'armement; MM. Forest et Noalhat comparent la torpille Whitehead et la torpille Howell et donnent la préférence à celle-ci. L'étude des modes de lancement présente beaucoup d'intérêt.

Enfin, les auteurs décrivent sommairement une série d'appareils divers, engins de sondage, de sauvetage, etc., ayant trait à la navigation sous-marine.

Cet ouvrage est, comme on le voit, une encyclopédie complète du sous-marin, qui fixe, à l'entrée du xx^e siècle, les progrès accomplis; il sera bien curieux à retrouver plus tard, quand se sera développé ce moyen de navigation, dont les pacifiques doivent voir les progrès avec joie parce que c'est l'arme des faibles, le véritable peace-maker, l'unique moyen d'empêcher dans l'avenir les plus terribles luttes sur ce domaine commun où tous les hommes devraient songer à se secourir et non à s'entre-tuer.

2° Sciences physiques

Minet (Adolphe). — *Traité théorique et pratique d'Électro-Chimie.* — 1 vol. in-8° de 576 pages avec 207 figures. (Prix: 18 fr.) Librairie Polytechnique Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1900.

Les ouvrages traitant d'Électro-chimie sont rares en langue française; aussi saura-t-on gré à M. Minet d'avoir réuni dans son volume un grand nombre de documents fort intéressants relatifs à l'Électro-chimie théorique, pratique et industrielle.

Il est, toutefois, regrettable que M. Minet ait eu si peu recours aux publications étrangères; les travaux des savants français sont, certes, considérables, mais ils n'ont pas à eux seuls servi à édifier la science électro-chimique. On eût été également satisfait de voir, à côté de chaque question traitée, l'indication de la source bibliographique, indication indispensable lorsqu'on désire approfondir un sujet.

Le début de la première partie, intitulée *Théorie de l'Électrolyse*, est consacré aux unités mécaniques et électriques, à la description des instruments de mesure électrique, aux phénomènes de Peltier et de Thomson, ainsi qu'aux éléments de la Chimie (classification des éléments, table de Mendeleef, nomenclature et notations chimiques, fonctions chimiques, carbures, alcools, phénols, aldéhydes, amines, arsines, sucres, gommes, alcaloïdes, etc. etc.). Il nous semble que l'auteur aurait pu sans inconvénient réduire un peu ces longs développements (120 pages), qui appartiennent aux traités de Physique et de Chimie. En revanche, nous aurions aimé plus développée la partie consacrée à la mesure de la résistance des électrolytes en dissolution, où il n'est fait mention d'aucune des méthodes qui ont été proposées ces dernières années.

L'ouvrage comporte la description d'un grand nombre de types de piles et d'accumulateurs, ainsi que les résumés de travaux fort importants relatifs à l'électrolyse des liquides (électrolytes dissous ou fondus), des solides (diélectriques) et des gaz.

Si l'on n'avait pas l'impression très nette que M. Minet a voulu faire preuve d'impartialité, on pourrait peut-être regretter que les conclusions générales, les rapprochements entre les phénomènes et la théorie, manquent quelquefois dans son ouvrage, et l'on conclurait que cette absence fait tort à l'unité scientifique du travail et donne parfois l'impression d'une encyclopédie.

M. Minet s'est beaucoup servi de la théorie des ions pour expliquer bon nombre de phénomènes, et, à certains moments, on pourrait le croire *ioniste* et même un ioniste des plus avancés puisqu'il va jusqu'à calculer (p. 238) la *conductibilité individuelle d'un ion!* Il trouve ainsi que la conductibilité de l'ion-chlore est

égale à 59,7. Qu'il nous soit permis d'avouer que nous avons peine à nous faire une idée de ce que l'auteur entend par là : que l'ion entre en jeu dans la conductibilité de l'électrolyte par sa charge, par sa vitesse, ou même, à la rigueur, par ce que Kohlrausch appelle sa « mobilité », nous pouvons le concevoir; mais que l'ion ait une conductibilité individuelle proportionnelle, d'après M. Minet, à sa vitesse de translation, cette affirmation ne serait-elle pas le résultat d'une confusion?

Quoi qu'il en soit, M. Minet a suffisamment convaincu le lecteur de la haute portée de la théorie d'Arrhénius par la large place qu'il a faite aux applications et aux preuves qui confirment cette théorie. Aussi, pourrait-on être surpris de le voir se retourner brusquement contre l'hypothèse d'Arrhénius si l'on n'avait pas déjà eu la preuve de son impartialité. Sa neutralité en matière de théorie est même si absolue que ce n'est pas lui-même qui se charge d'ancêtre l'hypothèse d'Arrhénius; il laisse au Dr Joseph W. Richard le soin d'agir et de montrer (p. 261) comme quoi Arrhénius se met « en contradiction formelle avec toutes les données que fournit la Chimie ». On est alors en droit de demander à M. Minet quelle interprétation il compte donner à tous ces phénomènes chimiques et physiques qu'il a si simplement et si clairement expliqués à l'aide de la théorie d'Arrhénius. « M. Richard, répond M. Minet, (p. 261), a cherché à donner une explication relativement satisfaisante du phénomène de dissociation en le considérant sous un jour particulier ». Le « cherché à donner » et le « relativement » ne sont pas très rassurants, mais écoutons ce que dit M. Richard : « Une molécule en dissolution peut bien se séparer en atomes, mais ces atomes doivent être assimilés à des solénoïdes traversés par un courant qui maintient en regard les pôles de nom contraire des différents atomes. Avant la distorsion de la molécule, les atomes étaient reliés par la force de l'affinité chimique; après la distorsion, ils sont reliés par la force électrique. C'est « un cas simple de transformation de l'énergie ». Nous avons que nous ne voyons pas très bien en quoi cette théorie diffère de celle d'Arrhénius; il est vrai qu'elle met les ions en cage et les appelle des atomes, mais elle ne les supprime pas; de plus elle suppose que ces solénoïdes n'ont qu'un pôle; l'autre pôle, qui est bien gênant, elle n'en parle pas.

Après avoir ainsi fait mettre à néant la théorie des ions, M. Minet passe en revue « les recherches effectuées en France sur les électrolytes dans ces dernières années ». Dans ce chapitre éminemment patriotique, on trouve traités à la suite les uns des autres les sujets les plus différents : les électrolytes fondus de M. Lucien Poincaré, les conductibilités électriques des acides et des sels organiques de M. Daniel Berthelot, le transport électrolytique des ions à l'état combiné de M. Chassy, la conductibilité moléculaire des sels en dissolution étendue de M. Joulin, etc., etc. On peut se demander pourquoi M. Minet ne traite pas plutôt ces intéressantes questions exclusivement dans les chapitres où ces matières sont traitées dans leur ensemble, ce qui n'aurait pas nui à l'unité de l'ouvrage; sans doute, c'est afin de mettre plus en évidence la part de travail qui revient à chaque auteur.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée au traitement électrolytique des composés chimiques, organiques et inorganiques, ne donnant pas lieu à la production d'un métal (l'électrometallurgie devant faire l'objet d'un second volume). Les procédés de fabrication industrielle y sont décrits avec force détails intéressants et utiles.

Enfin la troisième partie traite des réactions chimiques de l'étincelle et de l'effluve, appliquées à une série de composés et d'éléments chimiques. La fabrication ainsi que les propriétés et applications de l'ozone y occupent une place importante.

On voit que cet ouvrage, par les questions nombreuses et variées qui y sont traitées, est appelé à

intéresser les théoriciens et les praticiens, les savants et les industriels.

A. HOLLARD,
Chef du Laboratoire central
de la Compagnie française des Métaux.

Gouré de Villemontée, Agrégé de l'Université, Docteur es Sciences. — **Résistance électrique et Fluidité.** — 1 vol. in-16 de 188 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris, 1901.

Si l'Encyclopédie dirigée par M. Léauté a rompu franchement avec son programme en publiant le travail de M. Gouré de Villemontée, Mémoire tout court plutôt qu'*Aide-Mémoire*, on ne peut que féliciter son éminent directeur d'avoir donné l'hospitalité d'une publication bien assise à une monographie qui manquait en Physique, et sera la bienvenue de tous ceux qu'intéresse la curieuse relation, trouvée par G. Wiedemann, entre les coefficients de frottement et les conductibilités des solutions, relation peut-être plus grosse de conséquences qu'on ne l'avait pensé jusqu'à ces derniers temps, et qui cadre merveilleusement avec l'idée du transport de l'électricité dans les électrolytes par le déplacement d'un véhicule matériel.

L'auteur, que certaines parties de la question ont personnellement occupé, et qui lui a fait un apport expérimental très intéressant, s'est proposé de rassembler et de discuter toutes les expériences relatives à la mesure des résistivités électriques et des coefficients de frottement des liquides, puis d'en faire une synthèse par la discussion des lois empiriques dans lesquelles on a cherché à établir une relation entre ces coefficients. C'est cette partie, où se trouvent toutes les données expérimentales, qui est de beaucoup la plus importante. Le sujet est divisé en cinq chapitres : Sels fondus, solutions aqueuses, eau, solutions alcooliques, mélanges de sels; enfin, les résultats acquis dans ces cinq directions sont rapidement résumés.

De la discussion minutieuse des résultats expérimentaux donnés par l'auteur, de leur rapprochement et de l'examen des relations numériques qui subsistent malgré la variation de la température, de la concentration dans un même dissolvant, ou du changement de ce dernier, résultent quelques lois bien nettes, qui sont, en somme, la confirmation de ce que G. Wiedemann avait entrevu dès 1856, et qui avait donné lieu, en 1876, à l'hypothèse de Grotrian, « d'après laquelle une partie du travail effectué par un courant traversant un électrolyte est employé à surmonter le frottement intérieur ».

Cette synthèse arrive à point, au moment où la théorie de la transmission électrolytique tend à se répandre de plus en plus et, dans les ingénieuses généralisations de M. Giese, de M. Riecke, de M. J.-J. Thomson, de M. Drude, touche de si près à l'Optique qu'elle permet de prévoir des synthèses plus importantes encore.

Ch. Ed. GUILLAUME,
Docteur ès Sciences,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Annali del Laboratorio chimico centrale delle Gabelle, diretti dal Dr V. VILLAVECCHIA. — Volume IV. Rome, 1900.

Le Laboratoire chimique de la Douane italienne, fondé à Rome il y a, je crois, cinq ou six ans, exécute non seulement les analyses de denrées et de marchandises soumises à l'impôt, mais s'occupe aussi de recherches originales sur des questions qui lui sont posées par la Direction générale des Douanes. Ces recherches, relativement nombreuses et variées, sont réunies, tous les ans, en un volume par le Directeur du Laboratoire, M. V. Villavecchia. Le volume qui vient de paraître en renferme dix-neuf.

Parmi celles-ci, les plus importantes ont rapport aux méthodes d'analyses des essences provenant des fruits d'Aurantiacées : citrons, bergamotte, oranges, etc.,

essences dont la fabrication et le commerce ont pris une si grande importance pour certaines régions de l'Italie et notamment pour la Sicile. L'intérêt de ces recherches vient surtout de ce que tous les échantillons analysés ont été préparés sous les yeux des experts.

Une autre série de recherches, également importantes, concerne les matières grasses et en particulier l'huile d'olive. Elle comprend cinq Mémoires. Enfin, il faut signaler une étude sur l'analyse des encres; un Mémoire, accompagné de planches, sur les soies artistiques, avec l'énumération de toutes les méthodes brevetées de fabrication de cette substance; un tableau de la composition des condiments qui se trouvent dans le commerce. Le Directeur lui-même a joint un Rapport très documenté sur la composition des vins sucrés, malaga, samos, etc., qui ont été importés en Italie pendant la période 1890 à 1897.

GABRIEL BERTRAND,
Chef de Service à l'Institut Pasteur.

3° Sciences naturelles

Delgado (J. F. N.) et Choffat (Paul). — *Carta geologica de Portugal.* — 2 feuilles à l'échelle de 1/500.000. *Direcção dos Trabalhos geologicos. Lisboa, 1899.*

Choffat (Paul). — *Aperçu de la Géologie du Portugal.* — 1 br. gr. in-8°, 40 pages, 1 carte géologique au 1/200.000. 1 planche de coupes, 7 figures. Extrait de « *Le Portugal au point de vue agricole* ». *Lisbonne, 1900.*

Si l'on veut se rendre compte des progrès réalisés dans nos connaissances géologiques sur le Portugal, il faut comparer l'ancienne carte géologique du pays, publiée en 1876 par MM. Ribeiro et Delgado, à la nouvelle carte, publiée par la Direction des Travaux Géologiques et signée par MM. Delgado et Choffat. Cette carte ne comprend pas moins de trente-trois teintes différentes; elle sort des ateliers de M. Wührer, à Paris, et ne lui-se rien à désirer au point de vue de l'exécution. La partie la plus nouvelle est l'œuvre de M. Choffat; elle comprend la région mésozoïque au nord du Sado, dont les levés détaillés au 1/100.000 ont figuré à l'Exposition (Section portugaise des Mines).

L'absence d'un texte explicatif est en quelque sorte compensée par la publication d'un « Aperçu de la Géologie du Portugal », dû à M. Paul Choffat. Cette notice est destinée au grand public et vise plutôt un but pratique, mais le géologue y trouvera un résumé inappréciable.

En quelques lignes, l'auteur fait ressortir la division du Portugal en régions géologiques naturelles, qui sont les suivantes :

1° La Meseta, grand massif de terrains anciens, dont une partie seulement se trouve sur territoire portugais, mais qui constitue la plus grande partie du pays.

2° Une bordure de terrains mésozoïques et cénozoïques, commençant à Aveiro et s'étendant avec plusieurs interruptions jusqu'en Algarve.

3° Une bordure méridionale, comprenant le Barrocal et le littoral de l'Algarve.

4° Une grande surface de terrains cénozoïques qui coupe en deux la bande mésozoïque occidentale et couvre une partie de l'aire paléozoïque; elle comprend les régions inférieures des bassins du Tage et du Sado (dépression du Sorraia).

3° Témoins de très petites dimensions, les îles Berlengas et Farilhões, formées par des roches granitiques. Leur existence semble prouver que le massif ancien s'étendait jadis beaucoup plus à l'ouest et qu'il a été coupé du nord au sud par un fossé, dans lequel les mers mésozoïques ont formé leurs dépôts.

La Serra de Cintra, autre affleurement de granite au bord de l'Océan, ne doit pas être considérée comme un fait de même ordre, car son éruption est postérieure au Crétacé et la rattache aux roches éruptives modernes, qui jouent un rôle important dans l'ouest du Portugal.

M. Choffat évalue l'extension des affleurements de roches anciennes à 7/10 de la superficie du pays, celle du mésozoïque à 1/10, celle du cénozoïque à 2/10.

EMILE HAUG,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Alezais (H.), Médecin des Hôpitaux, Professeur suppléant à l'École de Médecine de Marseille. — *Contribution à la Myologie des Rongeurs.* (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8 de 100 pages. Félix Alcan, éditeur. Paris, 1900.

Les travaux de Myologie sont si rares et d'un intérêt si spécial que je citerai les paroles mêmes de l'auteur pour expliquer l'idée qui a inspiré ses recherches: « En abordant cette étude de Myologie comparée, j'ai eu pour but de rechercher, en me plaçant dans des conditions qui réduisent au minimum les influences familiales, l'action qu'exerce la fonction sur des groupes musculaires déterminés. J'ai pensé, d'autre part, qu'il n'était pas indifférent de réunir des descriptions précises d'anatomie qui pouvaient être utilisées soit dans la classification des animaux eux-mêmes, soit plutôt dans l'interprétation des anomalies si fréquentes chez l'homme et chez les animaux supérieurs. »

M. Alezais a disséqué, avec grand soin, semble-t-il, un certain nombre de Rongeurs présentant les adaptations les plus variées: Cobaye, Ecureuil, Gerboise, Lapin, Rat, Marmotte, etc., et il en décrit minutieusement les muscles peuciers, et ceux du tronc et des membres. Son étude l'a conduit aux conclusions suivantes: Un certain nombre de dispositions musculaires ont un caractère adaptatif et sont communes aux sauteurs par exemple (Lièvre, Gerbois); d'autres dispositions, au contraire, sont manifestement indépendantes du genre de vie: ainsi l'oblatureur intermédiaire existe chez le Lapin et manque chez le Lièvre, pourtant très voisin; le grand dentelé naît des six premières côtes (Gerboise), ou des sept premières (Cobaye), ou des huit premières (Marmotte), etc.

J'avoue que ces résultats, qui pouvaient être prévus à l'avance d'une façon générale, ne me paraissent pas d'un intérêt bien palpitant; on sait bien qu'un animal fouisseur a des os et des muscles disposés pour fouir, et qu'un sauteur a des os et des muscles qui conviennent au saut, de même qu'il est extrêmement probable que chaque muscle a un nerf et des vaisseaux sanguins. Mais, ce point mis à part, je conviens très volontiers que le travail de M. Alezais renferme des documents qui pourront être utiles aux physiologistes qui expérimentent sur les Rongeurs, au même titre que les monographies classiques de la Grenouille, du Lapin, du Chat et du Chien, et aussi aux anatomistes qui s'amuse à comparer les anomalies musculaires de l'homme avec les dispositions normales des animaux inférieurs.

L. CRÉNOT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Bechterew (W. v.), Professeur à l'Académie impériale de Médecine de Pétersbourg. — *Les voies de conduction du Cerveau et de la Moelle (à l'usage des médecins et étudiants en médecine. Traduction, sur la 2^e édition allemande, par M. C. BONNE.* — 1 vol. in-8° de 856 pages avec planches et figures. (Prix: 48 fr.) O. Doin, éditeur. Paris, 1900.

L'anatomie du système nerveux se métamorphose sous nos yeux; les conceptions que l'on croyait définitives ne sont que des formes transitoires. Il est heureux pour le grand public que les chefs d'école aient à cœur de synthétiser à un moment donné les connaissances éparses et de marquer l'étape. Koelliker a consacré à la structure des centres nerveux un volume entier de son *Histologie*; Van Gehuchten en est à sa troisième édition; Dejerine poursuit son *Anatomie et Cajal*

a commencé le *Système nerveux des Vertébrés*; Bechterew, enfin, nous donne une édition considérablement agrandie de ses *Voies de conduction*, qui avaient paru il y a quelques années.

Anatomiste et clinicien, le professeur Bechterew est bien connu de tous ceux qui s'occupent du système nerveux, grâce à de nombreuses publications (j'en relève 80 dans la table bibliographique, en général courtes et substantielles, toujours originales et personnelles. Elève principal de Flechsig, il a paru, au début, se spécialiser dans la méthode de son maître, c'est-à-dire dans l'étude des voies nerveuses d'après l'époque de myélinisation des faisceaux; mais, depuis, il a ordonné les autres moyens d'investigation, et l'on trouvera dans ce volume, à côté de la méthode embryologique, l'histologie de structure par la méthode de Golgi-Cajal, les dégénération secondaires pathologiques et l'expérimentation physiologique. La cytologie générale ne fait pas partie du plan de l'ouvrage; la morphologie extérieure est supposée connue.

L'œuvre est considérable et n'a pu être achevée qu'avec le concours de plusieurs collaborateurs, élèves du maître et travaillant dans son laboratoire. Ce système a l'inconvénient de nuire à l'unité et à la concision, mais il est devenu une nécessité pour toutes les publications de longue haleine. Outre un index bibliographique général qui termine le volume, chaque chapitre est suivi d'une bibliographie détaillée et très complète, dans laquelle les publications allemandes sont mentionnées en langue française.

Voici l'ordre des questions principales : 1^o Voies de conduction de la moelle et racines des nerfs rachidiens; — 2^o Voies de conduction du tronc cérébral; — 3^o Voies de conduction du cervelet; — 4^o Voies des hémisphères cérébraux : fibres de projection et fibres d'association.

Dans chacune de ces quatre sections, l'étude des voies de conduction est précédée de celle de la substance grise de la même région.

Je ne puis, on le comprend, indiquer que les idées générales. Le *neurone*, avec ses chaînes qui s'actionnent en voie ascendante ou descendante, reste, malgré les attaques récentes, la base de toute interprétation. L'amobisme, qui resserre ou suspend les contacts cellulaires, est une hypothèse séduisante, qui pourrait expliquer les phénomènes du sommeil de la mémoire, de l'habitude, de certaines paralysies, mais ce n'est encore qu'une hypothèse.

L'écorce cérébrale est une réunion d'organes juxtaposés qui, tous sans exception, possèdent des fibres centripètes et des fibres centrifuges. Ces organes ou *centres* sont de deux ordres : les centres d'association et les centres sensoriels et sensitivo-moteurs. Flechsig a eu raison de reconnaître dans l'écorce cérébrale de vastes zones dites d'*association*. Il a eu le tort de croire qu'elles ne renfermaient pas de fibres de projection, erreur relevée par tous les anatomistes; mais sa conception première n'en garde pas moins toute sa valeur physiologique. Ce sont bien ces régions voisines des centres moteurs, et sièges des fonctions élevées de l'intelligence et de la conscience, qui caractérisent le cerveau humain; leurs fibres de projections passent par la couche optique et vont en grande partie au cervelet, ce qui leur assigne un rôle dans les fonctions complexes de l'équilibre.

Les *centres sensoriels* possèdent tous des fibres centrifuges qui se rendent aux organes des sens; leur signification est obscure et se rapporte peut-être à l'accommodation des membranes sensorielles.

Les *centres sensitivo-moteurs* sont bien connus, bien que plusieurs d'entre eux (facial supérieur, mouvements de l'œil) restent à préciser. Leur nombre est d'autant plus grand que l'animal occupe une place plus élevée; le singe possède un centre pour chaque doigt. Tous sont unis aux deux moitiés du corps; pour la plupart, l'action fondamentale est croisée; pour d'autres, elle est égale de part et d'autre (facial supérieur); pour quelques uns (peaussier du cou), elle est surtout uni et homo-latérale.

La *voie sensitive*, encore mal déterminée dans la moelle, monte par le ruban de Riell et s'interrompt totalement dans la couche optique, comme Dejerine l'a reconnu un des premiers; de là, les fibres vont aux circonvolutions centrales en se mêlant aux radiations thalamo-corticales; Bechterew admet qu'une partie des fibres du noyau de Burdach pénètrent dans le corps strié (*globus pallidus*) avant de se terminer dans l'écorce.

La *voie motrice* est plus simple; elle est représentée par le faisceau pyramidal. Notons que le faisceau pyramidal croisé ne s'entre-croise pas entièrement dans les pyramides du bulbe; une portion minime de ses fibres reste dans le cordon latéral du même côté. Le sort du faisceau pyramidal direct est incertain; il semble que la majeure partie de ses fibres soit croisée et que l'autre s'épuise du même côté de la moelle.

Ce sont là les voies de grande communication, les voies principales; mais il en est d'accessoire, que l'auteur appelle *voies d'intérêt local* et qu'il a étudiées avec beaucoup de soin, car elles expliquent un grand nombre de phénomènes paradoxaux de la Physiologie ou de la Clinique; elles fonctionnent à côté des grandes voies et peuvent les suppléer en cas d'obstacle. Elles sont représentées par la substance grise de la moelle, les noyaux de la substance réticulée, les tubercules quadrijumeaux, le locus niger, les couches optiques, en un mot les centres ganglionnaires échelonnés tout le long du névraxe. Elles sont parcourues dans les deux sens par des courants centripètes et centrifuges.

Ces centres ganglionnaires ont, du reste, des fonctions complexes, à peine soupçonnées aujourd'hui. Bechterew a reconnu que le tubercule quadrijumeau-postérieur intervient dans l'audition, l'émission de la voix et la coordination des mouvements réflexes. La couche optique n'est pas seulement un relai sensitif, ses fonctions propres sont surtout motrices; elle joue un rôle essentiel dans la production des mouvements involontaires (cœur, tube digestif, vessie) et des mouvements affectifs ou psychoréflexes. Ces derniers possèdent d'ailleurs des centres corticaux reconnus par Bechterew. La substance grise du 3^e ventricule est unie au cervelet et prend part à l'équilibration du corps.

Le *cervelet*, organe de l'équilibration et de la tonicité musculaire, est relié aux centres nerveux par des connexions que l'on découvre chaque jour être plus nombreuses et plus spécialisées. La moelle lui apporte les impressions du tact et du sens musculaire par le faisceau de Gowers, le faisceau cérébelleux direct, les noyaux de Goll et de Burdach; elle en reçoit des excitations motrices par le faisceau marginal antérieur et le faisceau intermédiaire. Au cerveau arrivent les fibres cérébelleuses qui ont suivi le pédoncule cérébelleux supérieur, les noyaux de la base (noyau rouge, couche optique, noyau lenticulaire), et, après interruption dans ces centres, sont parvenus jusqu'à l'écorce des régions antérieures; cette voie centripète permet l'idée représentative de la position de notre corps dans l'espace, idée qui est la base du sens de l'équilibre. L'écorce réagit sur le cervelet par des fibres centrifuges qui suivent le même parcours ou s'engagent dans le pied du pédoncule cérébral et dans le pédoncule cérébelleux moyen.

Je dirai, en terminant, que le traducteur, M. Bonne, a fait, lui aussi, un long travail, auquel l'avaient préparé ses propres études sur la moelle; sa traduction est claire, agréable à lire et bien française. Nous devons nous féliciter de voir que ces grands ouvrages étrangers trouvent des éditeurs pour les faire connaître au public médical, d'autant plus que le livre de M. Bechterew n'intéresse pas seulement les anatomistes de profession; les physiologistes et les cliniciens, tous ceux qui s'occupent à un titre quelconque du système nerveux, y trouveront une foule de renseignements précieux résumés et groupés, avec l'indication de la source, s'ils veulent se reporter au travail original.

A. CHARPY,

Professeur d'Anatomie à la Faculté de Toulouse.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

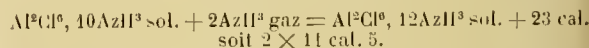
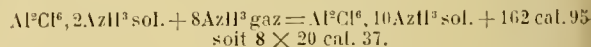
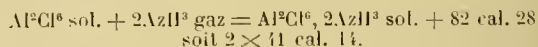
Séance du 4 Mars 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Lippmann décrit un appareil, dit mire méridienne à miroir métallique, destiné à la mesure des ascensions droites. Il a pour objet de rendre le méridien du lieu où l'on opère visible sous la forme d'une ligne lumineuse projetée sur le ciel, ce qui dispense de munir la lanette d'observation d'un réticule. — M. J. Janssen, à propos de l'apparition de la nouvelle étoile de Persée, pense que la formation d'étoiles temporaires peut être attribuée à la diminution de température de ces étoiles, laquelle permettrait la combinaison de leur hydrogène et de leur oxygène, qui dégage une énorme quantité de chaleur et de lumière. Mais, une fois la vapeur d'eau formée, l'éclat de l'étoile doit de nouveau rapidement diminuer. — M. M. Luizet communique quelques observations de l'éclat de la nouvelle étoile de Persée. — M. H. Deslandres a photographié le spectre de la nouvelle étoile, qui est formé par des raies brillantes, extrêmement larges, assimilables à des bandes, montrant la présence de l'hydrogène, du calcium, du magnésium et du parhélium. L'explication la plus simple des particularités de ce spectre consiste à admettre l'existence d'une masse de gaz à très haute pression, qui se meut à peine par rapport au Soleil et est subitement le siège de phénomènes électriques très intenses. — MM. J. Guillaume, Le Cadet et Luizet ont observé les variations d'éclat de la planète Eros à l'Observatoire de Lyon. La variation totale est environ de deux grandeurs; elle présente deux maxima et deux minima. — M. M. Luizet déduit de ses observations que la période totale de la variation d'éclat d'Eros est de 5 h. 16 m., 15. — M. Baillaud, étudiant de même les variations d'éclat d'Eros, trouve que la période entre les maxima est égale à celle déduite des minima; elle serait de 2 h. 23 m., 1. — M. Ch. André déduit, des courbes de variation d'éclat données par M. Luizet, que le système double formé par la planète Eros a une excentricité égale à 0,0569 et une densité moyenne de 2,4 par rapport au Soleil. Les deux astres du système seraient des ellipsoïdes très allongés; leur aplatissement, dans l'ellipse méridienne, paraît voisin de 1/2. — M. L. Montangerand, d'après des déterminations faites à l'Observatoire de Toulouse, calcule que l'amplitude de la période de variabilité d'Eros serait de 2 h. 22. — M. D. Th. Egorov étudie une classe de surfaces du troisième ordre qui admettent une déformation continue avec conservation d'un système conjugué, et détermine la surface associée à la déformation infiniment petite de l'espèce considérée. — M. Ed. Maillet établit un théorème relatif aux systèmes complets d'équations aux dérivées partielles définissant deux divisions P et Q de l'espace R_n , sans faire intervenir la théorie des groupes finis de transformations de Lie.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. S. Leduc conseille l'emploi de l'effluve électrique, source intense de rayons violets et ultra-violet, pour obtenir des rayons de courte longueur d'onde. — MM. Lortet et Genoud décrivent un appareil photothérapique à arc électrique sans condensateur. Il donne une zone active beaucoup plus étendue, et l'intensité photochimique y est telle que le temps d'exposition peut être diminué de beaucoup. — M. C. Gutton a reconnu expérimentalement que la longueur d'onde d'un résonateur reste la même lorsque celui-ci et ses fils de transmission sont plongés dans l'eau, mais elle diminue si les fils seuls sont pla-

cés dans l'eau; l'auteur en déduit que l'indice de réfraction de l'eau pour les ondes électromagnétiques est de 8,3. — M. L. Benoist donne des courbes d'isotransparence des corps vis-à-vis des rayons X de dureté moyenne et de rayons mous bien déterminés. Ces courbes montrent l'influence des poids atomiques; elles se rapprochent d'une hyperbole équilatère. — MM. P. Curie et A. Debierne ont fait de nouvelles expériences sur la radio-activité induite par le radium, et concluent que le rayonnement du radium n'intervient pas dans ce phénomène. La radio-activité induite se transmet dans l'air de proche en proche, depuis la matière radiante jusqu'au corps à activer; elle peut même se transmettre par des tubes capillaires très étroits. Les corps s'activent progressivement, d'autant plus rapidement que l'enceinte dans laquelle ils se trouvent est plus petite, et tendent à prendre une activité induite limitée. — M. H. Moissan, en dissolvant les diverses variétés de soufre dans l'ammoniac liquide à -20° , a obtenu un beau liquide pourpre, qui ne constitue pas une dissolution, mais renferme un composé nouveau, le sulfammonium, complètement dissociable à la pression et à la température ordinaires. Entre 0 et 20° , le liquide répond à la formule $(\text{AzH}^+)_2\text{S}$, 2AzH^3 ; à -22° , il serait $(\text{AzH}^+)_2\text{S}$, AzH^3 . Ce corps possède la propriété de sulfurer à froid un grand nombre de corps simples et composés.

— M. Armand Gautier décrit une méthode de dosage des sulfures, sulphydrates, polysulfures et hyposulfites qui peuvent coexister en solution, en particulier dans les eaux minérales sulfureuses. Pour cela, on chauffe à 30° la solution; tout le H_2S libre ou combiné aux monosulfures se dégage, et est dosé à l'état de sulfure d'argent. Puis on fait passer un courant d'acide carbonique, qui entraîne à l'état d' H_2S tout le soufre des sulfures fixes; cet H_2S est de nouveau dosé. S'il y a des polysulfures, le soufre en excès se précipite. On titre ensuite les hyposulfites par l'iode; puis on chauffe pour réunir le soufre, on le filtre, on l'oxyde et on le dose à l'état de sulfate de baryte. — M. J. Aloy a déterminé le poids atomique de l'uranium par comparaison avec celui de l'azote en mesurant les quantités d'azote et d'uranium contenues dans un même poids d'azotate d'uranium $(\text{AzO}^+)_2\text{UO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. La moyenne de huit déterminations a donné 239,4 pour poids atomique de l'uranium. — M. L. Baud a fait l'étude thermique des chlorures d'aluminium ammoniacaux :



La stabilité de ces corps, ainsi que la chaleur de fixation d'une molécule d'ammoniac, va en diminuant du composé le moins ammoniacal au composé le plus ammoniacal. — M. P. Lebeau, en employant le procédé de préparation des siliciures métalliques par l'action d'un métal sur le silicium de cuivre, a obtenu un nouveau composé du silicium et du cobalt, répondant à la formule SiCo , comparable par sa composition et ses propriétés au silicure de fer SiFe . Ce corps est remarquable par sa résistance aux agents oxydants, et il est peu attaqué par les acides, sauf l'acide chlorhydrique. — M. V. Grignard indique les raisons qui militent en faveur de l'existence de combinaisons organomagnésiennes de formule RMgI ou RMgBr : 1° elles sont solides et non spontanément inflammables à l'air; 2° elles

se forment sans mise en liberté de bromure ou d'iode de Mg; 3° par copulation avec les aldéhydes et les cétones, elles donnent des composés qui renferment tout l'halogène employé et qui, par l'action de l'eau, se décomposent avec formation d'un alcool secondaire ou tertiaire sans dégagement d'aucun gaz. — MM. Béhal et Tiffeneau, en faisant réagir l'iodeure de méthylmagnésium sur l'anisate de méthyle, ont obtenu la parapsudopropénylanisol: $\text{C}_6\text{H}_5\text{O.C}^{\text{H}}(\text{C}_6\text{H}_5) : \text{CH}^2$, isomère de l'anéthol, qui s'oxyde en donnant une cétone : $\text{C}_6\text{H}_5\text{O.C}^{\text{H}}(\text{C}_6\text{H}_5) = \text{CH.CH}^2$. — MM. L. J. Simon et H. Bénard ont étudié la multirotation des deux phénylhydrazones du *d*-glucose, celle de Skraup et celle de Fischer. Les rotations finales sont les mêmes pour les deux isomères; la rotation initiale qui, pour l'hydrazone de Skraup, est, en valeur absolue, inférieure à sa limite, lui est, au contraire, supérieure pour celle de Fischer. Le temps employé par les deux hydrazones pour prendre, en sens opposé, leur rotation limite, est du même ordre de grandeur. Ces faits s'expliquent en affectant aux deux hydrazones multirotatoires les schémas stéréoisomères correspondant à la formule oxydique, réservant la formule aldéhydrique à l'hydrazone de pouvoir rotatoire invariable. — MM. P. Sabatier et J. B. Senderens ont réalisé la combinaison directe, en présence du nickel réduit, de l'hydrogène avec le benzène, avec formation exclusive de l'hexanaphène ou cyclohexane C_6H^{12} . Cette méthode est tout à fait générale et s'étend à tous les homologues du benzène. — M. de Forcrand a déterminé la chaleur spécifique et la chaleur de fusion du glycol éthylnique. La chaleur spécifique du glycol est de 0,265 pour 1 gramme vers le point de fusion; la chaleur de fusion est de $-2 \text{ cal.}66$ pour une molécule. — MM. Em. Bourquelot et H. Hérissé ont reconnu que le gentianose est un hexotriose auquel on doit attribuer la formule $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$. Traité par l'invertine ou par l'acide sulfurique très étendu bouillant, il se double en gentiobiose $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$ et lévulose. Traité par le liquide fermentaire de l'*Aspergillus* ou par H^2SO^4 un peu plus concentré, il donne 2 molécules de dextrose et du lévulose. Ce fait s'explique en admettant la présence dans le liquide d'*Aspergillus* d'un second ferment, hydrolysant le gentiobiose. — M. G. Brédig, sans vouloir affirmer l'identité des métaux colloïdaux avec les diastases, pense que les solutions colloïdales peuvent être considérées comme des modèles de diastases inorganiques: 1° à cause de leur action catalytique intense; 2° à cause de leur état colloïdal hétérogène, présentant une surface très grande pouvant donner lieu à des transformations irréversibles; 3° à cause de leur faculté de fixer certains corps, ou bien en formant des combinaisons chimiques complexes, ou bien par absorption.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. N. Gréhan a constaté que, si l'on fait respirer de l'oxygène à des animaux empoisonnés et menacés de mort par l'oxyde de carbone, l'élimination et la disparition du poison sont considérablement accélérées. L'emploi de l'oxygène s'impose donc dans le traitement de l'intoxication oxycarbonée. — MM. Charrin et Moussu montrent que la présence de mucus dans l'organisme est une cause constante de thromboses ou d'embolies. Ces mucus sont sécrétés soit par les bactéries, soit par l'épithélium des muqueuses. — M. H. Stassano a constaté que le protoplasma des leucocytes polynucléaires demeure incolore avec le mélange de Romanowsky, tandis que celui des leucocytes mononucléaires se teint toujours en bleu-gris. L'auteur pense que les granulations chromatophylles tirent leur origine de l'appareil nucléaire. — MM. E.-L. Bouvier et H. Fischer ont étudié un exemplaire de *Pleurotomaria Beyrichi*. Le sang hématosé qui retourne au cœur provient en partie des branchies, en partie du réseau palléal. Ces deux sortes d'organes paraissent avoir dans la respiration un rôle sensiblement égal. — M. A. Lécaillon montre que les faits que

l'on observe dans l'ovaire des insectes inférieurs donnent le droit d'admettre que, chez ces animaux, le travail chimique à la suite duquel d'abondants matériaux de réserve sont accumulés dans l'ovif est effectué par diverses cellules. Les œufs et les cellules vitellogènes, dérivées des gonades, y prennent part; il en est de même des cellules mésodermiques entrant dans la constitution de l'ovaire. — M. M. Hartog a reconnu que la propulsion brusque de la langue chez les Anoures est une érection comparable à la protrusion silencieuse du pied chez les Lamellibranches: dans les deux cas, c'est une propulsion, non une prétraction. — MM. P.-P. Dehérain et Demoussy ont constaté que les graines en germination forment des racines et commencent leur évolution dans l'eau absolument privée de chaux. Le développement des graines en germination s'arrête dans l'eau distillée quand elle renferme des traces impondérables de cuivre. Les êtres vivants: champignons, algues, graines des végétaux supérieurs en voie de germination, sont des réactifs infiniment plus sensibles que tous ceux qu'on emploie dans le laboratoire, et décèlent la présence de quantités infinitésimales d'un métal comme le cuivre, qu'on ne peut caractériser par les réactions chimiques habituellement employées. — M. J. M. Guillon a déterminé l'angle de géotropisme des racines de diverses variétés de vignes américaines, c'est-à-dire l'angle que les racines naissant à la base des boutures font avec la verticale. En général, plus l'angle de géotropisme est aigu, plus la plante résiste à la sécheresse, car ses racines s'enfoncent davantage. — M. V. Amalitzky a pratiqué, dans l'étage glossoptérien de Russie, le long de la Dvina du Nord, des fouilles qui ont amené la découverte d'une riche flore et de squelettes de *Pareiasaurus* et de *Diapsidon*. — M. H. Douxami a étudié les formations tertiaires et quaternaires de la vallée de Bellegarde.

Séance du 11 Mars 1901.

La Section de Géométrie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Ch. Hermite: En première ligne, M. Georges Humbert; en seconde ligne, MM. Ed. Goursat; en troisième ligne, MM. E. Borel et J. Hadamard. — L'Académie procède à l'élection d'un correspondant pour la Section de Géographie et Navigation. M. A. Normand est élu. — M. G. Darboux lit une notice sur la vie et les travaux de M. Th. Moutard.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Montangerand a poursuivi, à l'Observatoire de Toulouse, ses recherches sur la variabilité d'Eros. De nouvelles mesures attribuent à la période de variabilité la valeur 2 h. 38 m.; la demi-période de croissance serait plus longue que la demi-période de décroissance. — M. H. Deslandres a fait de nouvelles observations et de nouvelles photographies spectroscopiques de la nouvelle étoile de Persée. Celle-ci décroît constamment, et la raie-bande noire commence à présenter des divisions nettes. Il semble qu'il faille maintenant considérer l'étoile comme formée de deux astres au moins, dont l'un est peut-être une nébuleuse et qui s'approcheraient l'un de l'autre avec une énorme vitesse. — M. J. Guillaume présente ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le 4^e trimestre de 1900. La surface totale des taches est plus forte que dans le 3^e trimestre; les groupes de facules ont continué à diminuer tant en nombre qu'en étendue. — M. Hatt indique la façon dont les ingénieurs hydrographes utilisent les points de Collins pour la détermination d'un quadrilatère. — M. Ed. Maillet démontre qu'une certaine fonction transcendante ψ ne peut satisfaire à une équation différentielle d'ordre quelconque que si les exposants ψ n de cette fonction satisfont à certaines conditions de croissance. — M. Léon Autonne résume ses dernières recherches sur les groupes quaternaires réguliers d'ordre fini. — M. P. Duhem démontre qu'il ne peut se produire, dans un fluide visqueux, une onde qui serait d'ordre 2 par rapport aux vitesses, et qui se

propagerait avec une vitesse linéaire et différente de zéro.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Janssen, à propos de sa communication relative aux lignes télégraphiques ou téléphoniques établies sur la neige au Mont-Blanc, tient à remarquer que des essais analogues avaient été faits en petit avant lui, mais qu'il est le premier à avoir tenté l'expérience sur une ligne de 10 kilomètres. — M. Th. Tommasina présente un électro-radiophone à sous très intenses dans lequel la limaille se trouve dans un mélange isolant liquide, constitué par de l'eau ou mieux par de la glycérine, seule ou mélangée à de la vaseline. — M. E. Péchard, en réduisant l'acide molybdosulfurique par l'alcool, a obtenu deux combinaisons cristallisées, l'une en lamelles hexagonales, de formule $3\text{AzH}^3, \text{MoO}^2\text{SO}^2, 7\text{MoO}^3 + 8\text{H}^2\text{O}$, l'autre en prismes, de formule $3\text{AzH}^3, \text{MoO}^2\text{SO}^2, 7\text{MoO}^3 + 10\text{H}^2\text{O}$. On peut obtenir encore d'autres composés complexes dans cette réaction. — M. J. Hamonet a préparé, à partir du diodobutane 1.4, la diacétine du butanediol 1.4; cette dernière, chauffée avec de la chaux, puis distillée, donne le butanediol 1.4 ou glycol tétraméthylénique: $\text{HO.CH}^2. \text{CH}^2. \text{CH}^2. \text{OH}$. C'est un liquide visqueux, incolore, miscible à l'eau en toutes proportions. — M. A. Hébert a fait réagir la poudre de zinc sur les acides gras saturés $\text{C}^n\text{H}^{2n}\text{O}^2$. Ceux-ci se décomposent d'une part en acide carbonique et en eau, d'autre part en carbures dont la majeure partie est constituée par un mélange de carbures éthyliques, de poids moléculaires et de points d'ébullition très élevés. — MM. A. Lumière, L. Lumière et F. Perria ont reconnu que toutes les substances qui possèdent un hydroxyle phénolique dissolvent l'oxyde de mercure pour donner des corps organométalliques dans lesquels les réactions du mercure sont masquées. Toutefois, les phénols susceptibles de s'oxyder facilement, comme les amidophénols, subissent l'oxydation. Les auteurs ont préparé, en particulier, le mercure galaccol-sulfonate de sodium. — M. M. Berthelot, en chauffant dans une cloche, au voisinage de 500°, un mélange d'acétylène et de propylène, a fait la synthèse d'un carbure nouveau, de formule C^8H^8 , qui résulte donc de l'union des deux composants. On obtient un résultat analogue avec le triméthylène, isomère du propylène. Dans les mêmes conditions l'allylène et l'éthylène se combinent pour donner aussi un carbure C^4H^4 , différent du précédent. — M. P. Genvesse, en faisant réagir l'acide azoteux sur le pinène, a réalisé la préparation directe du terpinéol. Cette méthode se prête facilement à une préparation en grand.

3. SCIENCES NATURELLES. — M. Aug. Charpentier a constaté que, dans la transmission électrique brève par le nerf, la variation négative qui l'accompagne ne se termine pas par le simple retour à l'état électrique primitif; ce retour est généralement oscillatoire, c'est-à-dire que le phénomène initial est suivi d'alternatives électriques probablement de sens opposés. — MM. N. Vaschide et Cl. Vurpas ont étudié les actes vitaux chez un nouveau-né venu au monde sans cerveau, et ayant survécu trente-neuf heures. L'abaissement notable de la température, la rapidité concomitante du pouls, la respiration remarquablement ralentie et à type Scheyne-Stokes montrent l'importance et le rôle des hémisphères cérébraux dans la circulation, la respiration et la calorification. — MM. R. Lépine et Boulud signalent un cas de maltosurie chez une femme atteinte de diabète grave. — M. E. Perrier présente le sixième volume des « Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman », consacré aux Crustacés décapodes. — M. E. L. Bouvier a comparé diverses espèces de *Bathynomus*, isopodes gigantesques des grands fonds. Ces animaux présentent des houppes branchiales qui n'existent pas dans les isopodes non parasites et qui viennent suppléer à l'insuffisance des lames respiratoires chez des animaux d'aussi grande taille. De même l'œil s'est accru d'une façon démesurée, pour s'adapter à la vie abyssale. — M. H. Coupin a constaté que les plantes supérieures, tout autant et même plus souvent que les champignons inférieurs, permettent d'apprécier

la présence de substances toxiques (Ag, Hg, Cu, Cd, etc.) à une dose où l'analyse chimique est impuissante à la manifester. — M. Kövessi a reconnu que, pour la greffe des vignes, les rameaux sont d'autant mieux aoutés que leurs parois cellulaires sont plus épaisses et que leurs cellules renferment plus d'amidon, c'est-à-dire que leur différenciation est plus complète. Le rameau mal aouté a subi les transformations anatomiques de l'aoutement, mais à un faible degré. — M. P. Fliche a déterminé une empreinte d'élytre trouvée dans le Muschelkalk supérieur (Trias) des environs de Lunéville. Elle appartient au genre *Glaphyoptera*, et l'auteur en fait une espèce *lotharujira*. — M. J. Thoulet présente les sept premières feuilles d'un Atlas lithologique et bathymétrique des côtes de France. — M. H. Arctowski a déterminé la période diurne et la période annuelle des aurores australes observées pendant l'Expédition de la Belgica. Les deux courbes obtenues présentent une analogie frappante avec les courbes correspondantes de l'île Jan Mayen et les résultats d'autres stations boréales. L. BRUNET.

• ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 26 Février 1901.

Sur la proposition de M. Landouzy, l'Académie vote des remerciements au Ministre du Commerce, et particulièrement au Sous-Secrétaire d'Etat des Postes, Télégraphes et Téléphones, qui vient de faire placarder dans tous les bureaux de poste une instruction concernant l'évitabilité et la prophylaxie de la tuberculose.

M. Saint-Yves Ménard est élu membre titulaire dans la section de Médecine vétérinaire.

M. Le Dentu présente un rapport sur un mémoire du Dr Mouchet (de Sens), relatif à une série de seize opérations pratiquées sur le rein pour des affections de nature diverse, et avec un succès constant: pas une mort, pas un accident opératoire, seulement deux décès tardifs par tuberculose et par sarcome, non imputables à l'intervention. — M. Hanriot présente un rapport sur les travaux des stagiaires de l'Académie aux eaux minérales. — M. Guyon signale trois cas d'hématémèses toxi-infectieuses, survenues à la suite d'infection urinaire grave; deux malades ont guéri. — M. G. Dieulafoy, à la suite d'une communication récente de M. Lucas-Championnière sur l'appendicite, pense que si cette maladie paraît plus fréquente à notre époque, c'est qu'elle était autrefois méconnue; les affections dénommées *miserere*, passion iliaque, péritonite *à frigore* et beaucoup de péritonites dérivait de l'appendicite. Quant au lavage de l'estomac par une solution alcaline dans le traitement des hématémèses appendiculaires, l'auteur le repousse parce qu'il est préférable de laisser l'estomac en repos afin de faciliter la formation du caillot vasculaire obturateur. M. Lucas-Championnière répond que tous les malades atteints de vomito negro appendiculaire et traités par les lavages alcalins ont été soulagés, et plusieurs ont guéri. Tous ceux qui ont été traités autrement sont morts.

Séance du 5 Mars 1901.

M. Hallopeau présente un rapport sur un travail de M. Tourtoulis-Bey relatif au traitement de la lèpre par l'injection sous-cutanée d'huile de Chaulmoogra. Des faits exposés, il ressort que les lépreux, soumis à un traitement intensif par l'huile de Chaulmoogra, peuvent présenter une amélioration telle qu'on peut les considérer comme guéris. Plus souvent, ils continuent à présenter des manifestations, mais celles-ci peuvent revêtir un caractère remarquable de bénignité. Il est probable que ce médicament exerce donc une influence favorable sur la lèpre. M. du Castel, qui a appliqué la même méthode, constate que l'injection sous-cutanée a des avantages sur l'absorption stomacale, qui est très peu souvent supportée. Par contre, l'injection est douloureuse, nécessite des interruptions à la suite des

infiltrations inflammatoires qu'elle entraîne, et s'accompagne facilement de la production d'embolies graisseuses pulmonaires. — M. Lancereaux présente un rapport sur un mémoire du Dr Fournier (d'Angoulême), relatif à un cas d'hystérie et de catalepsie, avec phénomènes d'auto-suggestion, de double vue et de télépathie. — M. Hervieux montre que la pratique de la variolisation a pour conséquences la persistance des endémies et des épidémies varioliques, l'aggravation de la mortalité, la dépopulation, et une atteinte plus ou moins grave portée aux relations commerciales et à la prospérité de nos colonies. Il demande à l'Académie de proposer l'interdiction, sous peine d'amendes, des inoculations varioliques. Cette proposition, après les observations de quelques membres, est mise aux voix et adoptée. — M. G. Linossier montre que les gastroragies ne constituent pas une contre-indication absolue au lavage de l'estomac. Quand celui-ci se trouve indiqué par une obstruction pylorique, la réplétion gastrique, les vomissements incoercibles, l'impossibilité de l'alimentation, on pourra en obtenir parfois d'excellents résultats, surtout si on le pratique avec une solution de perchlorure de fer. — M. Huchard a étudié un nouveau médicament, le tétranitrate d'érythrol, qu'on appelle en thérapeutique tétranitrol. Il a une action vaso-dilatatrice et hypotensive. — M. Delagenière lit un mémoire sur la résection du genou pour tumeur blanche suppurée grave.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Février 1901.

MM. M. Lambert et L. Garnier ont constaté que le pouvoir réducteur du sang traversé par des vapeurs de chloroforme augmente sensiblement. — M. Bissérié, en injectant à des lapins des levures de brasserie lavées aseptiquement, a observé que le sérum de ces lapins acquiert la propriété d'agglutiner les levures. — M. Yvon, qui a déterminé les variations horaires de l'excrétion urinaire chez l'homme normal, a obtenu des résultats qui concordent parfaitement avec ceux de M. Balthazard. — M. L. Camus présente un appareil qui permet de réaliser la circulation artificielle avec un cœur isolé et qui inscrit les changements de volume. — M. S. Jourdain : L'âme de la cellule. — M. G. Loisel présente une grenouille rousse (*Rana temporaria*) femelle, qui offre tous les caractères sexuels secondaires du mâle. Cette grenouille présente une atrophie marquée des ovaires. — M. A. Chassevant a reconnu, par la méthode de Mette, que la saccharine entrave la digestion gastrique (*in vitro*); la diminution d'activité du suc gastrique est déjà considérable pour une faible dose de saccharine. — M. Milian a observé plusieurs cas d'hémolyse dans des épanchements hémorragiques pleurétiques. — M. A. Railliet a reconnu que la pie peut être considérée dans notre pays comme un des propagateurs principaux du *Syngamus trachealis*; ce nématode pond des œufs en voie de segmentation, destinés à être rejetés à l'extérieur; l'embryon, se développant dans ces œufs lorsqu'ils sont répandus sur le sol humide ou dans les flaques d'eau, peut poursuivre directement son évolution, qu'il ait réintégré l'organisme avant ou après l'éclosion. L'évolution du *Syngamus brachyialis*, parasite des Oies, suit une marche parallèle à celle de l'espèce précédente. — M. Aug. Pettit a étudié les altérations rénales qui se produisent chez le lapin, à la suite de l'injection de sérum de Congres. — M. G. Le Bon : La phosphorescence invisible. — MM. J.-V. Laborde et Meillère ont observé une personne atteinte de crises répétées de céphalalgie, accompagnées de douleurs épigastriques avec nausées et vomissements. Ces symptômes provenaient d'une intoxication par une substance dont elle avait l'habitude de se teindre les cheveux. L'application de ce liquide ayant été suspendue, les accidents ont complètement et rapidement disparu.

Séance du 2 Mars 1901.

MM. Ch. Achard et M. Løper ont examiné le sang d'un certain nombre de malades atteints d'intoxications diverses par le plomb, l'alcool, le mercure, la morphine, l'éther et l'antipyrine. La formule leucocytaire paraît différer non selon la nature du poison, mais plutôt suivant le caractère aïzo ou chronique de l'intoxication. Dans l'ictère, la formule varie suivant les lésions qui le produisent. — Les mêmes auteurs ont constaté que le polynucléaire et l'élément médullaire se rencontrent dans presque toutes les affections passagères sans tendance à l'organisation, alors que le lymphocyte et le mononucléaire se voient surtout dans les affections subaiguës, ayant tendance à l'édification de tissus plus ou moins durables. — M. C. Vallée, étudiant l'alimentation d'un enfant au moment du sevrage, montre que l'apport thermique est bien plus considérable que pour l'adulte; le rôle prépondérant dans l'apport total des calories est tenu par les graisses, puis, peu à peu, pendant le sevrage, il passe aux hydrates de carbone. — M. Cl. Regaud a constaté que, pendant la spermatogenèse, la chromatine nucléaire subit des changements quantitatifs et histochimiques considérables. M. Renaud fait ressortir que M. Regaud démontre ainsi que le chromatine n'est pas la substance héréditaire au sens strict du mot. — M. E. Hédon a observé que l'hémolyse des globules par la solanine est contrariée par les acides, par diverses substances coagulant l'albumine, et par le sérum; ce sont les substances albuminoïdes de ce dernier, et non les sels qui agissent. — M. R. Dubois admet l'existence, dans l'encéphale, d'un centre jouant un rôle prépondérant dans le mécanisme du sommeil. Ce centre serait situé entre le bulbe et le cerveau. — M. R. Dubois montre que le sommeil est produit par l'accumulation, dans certaines proportions, de CO₂ dans l'organisme; il provoque expérimentalement le sommeil naturel chez un chien, par autarcose carbonique. — M. E. Maurel montre que, dans le cours d'une entéro-colite chronique, ou après sa guérison, la constatation d'une hyperleucocytose ne dépassant pas 20.000 leucocytes doit faire penser à une complication hépatique, telle que la congestion, etc., et qu'une hyperleucocytose plus considérable, avoisinant 50.000, doit faire penser à une hépatite suppurée. — MM. Em. Bourquelot et H. Hérissey : Sur la constitution du gentianose (Voir le compte rendu de l'Académie des Sciences, p. 289). — M. Et. Rabaud poursuit ses études sur la formation de l'œil simple ou double et des fossettes olfactives chez les Cyclopes. — MM. Jean Camus et Pagniez ont observé qu'un grand nombre de sérums, provenant de malades atteints d'affections diverses, agglutinaient les globules du sérum d'individus normaux. — M. C. França conclut de ses recherches que l'application d'un sérum leucotoxique à des animaux rabiques peut modifier de façon notable l'aspect des lésions. Aussi bien dans le bulbe que dans les ganglions, les cellules nerveuses lésées par le virus rabique sont attaquées et souvent détruites par des leucocytes. — MM. F. Barjon et A. Cade ont observé dans un cas de typhus angio-hématique : une leucocytose très marquée (polynucléose neutrophile), l'anémie globulaire, l'absence ou la rareté des hémato blasts. — Les mêmes auteurs ont reconnu, dans un cas de maladie de Friedreich : 1° l'existence d'éléments cellulaires, d'ailleurs assez rares, dans le liquide céphalo-rachidien, éléments constitués à peu près exclusivement par des lymphocytes et des globules rouges; 2° l'existence d'une pachyméningite cérébrale très accentuée. — MM. J. V. Laborde et Meillère ont constaté que la teinture pour cheveux, qui avait causé les accidents toxiques qu'ils ont décrit précédemment, est formée d'un mélange de paraphénylènediamine, de résorcine et d'eau oxygénée. Injectée au chien, cette teinture produit la mort en 15 à 20 heures, avec des symptômes caractéristiques. On voit donc tout le danger de l'application, même extérieure, de pareilles teintures.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1^{er} Mars 1901.

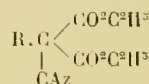
M. Cartaud présente, au nom de M. Ch. Frémont, une communication sur les lignes superficielles qui se produisent dans le sciage des métaux, communication sur laquelle nous reviendrons avec détails dans la chronique du prochain numéro de la *Revue*. — M. R. Dongier présente un *Appareil de mesure des courbures et des éléments d'un système optique quelconque, convergent ou divergent*. Il comporte, comme accessoire essentiel, un viseur autocollimateur, dans lequel l'oculaire est remplacé par un microscope qu'on peut soulever plus ou moins de quantités mesurables. La lumière, fournie par une source étendue, est renvoyée par le système éclairant vers l'ouverture d'un diaphragme où se trouvent deux fils croisés, puis vers l'objectif du collimateur et la surface à étudier. Celle-ci est disposée sur une plate-forme pouvant être déplacée de quantités mesurables. Si la croisée des fils se trouve au foyer de l'objectif du collimateur, la lumière réfléchie par la surface observée est renvoyée vers l'objectif, puis vers le microscope; elle paraît issue du foyer de la surface à étudier. On obtient le demi-rayon de courbure avec une précision au moins égale à celle fournie par le sphéromètre, même lorsque celui-ci fournit la valeur de la flèche à un micron près, en mesurant le déplacement de la plate-forme mobile, pour les mises au point successives de la surface elle-même et de son foyer. La mesure des éléments d'un système optique est obtenue en interposant entre le viseur et la plate-forme mobile une plate-forme fixe destinée à le supporter. On détermine ensuite avec facilité et précision les grandeurs qui interviennent dans les formules dont M. Cornu a fait usage¹. — A propos de la Communication de M. Dongier, M. A. Cornu fait remarquer qu'en effet on ne peut pas compter sur le sphéromètre pour mesurer avec précision un rayon de courbure. Il n'est même pas exact de dire que cet instrument puisse définir une flèche à un micron près, si ce n'est quand on utilise seulement de très petits déplacements de la vis. Mais on a toujours les meilleurs résultats en employant la *méthode du levier optique* de M. A. Cornu², applicable à la fois aux courbures des surfaces concaves et des surfaces convexes; la supériorité de cette méthode tient non seulement à la perfection automatique du levier optique, mais encore à ce que l'observation sur le petit miroir du levier se fait sur une échelle divisée qui n'a nullement besoin d'un étalonnage rigoureux; la méthode élimine les erreurs attachées à tout étalonnage absolu délicat comme celui de la vis du sphéromètre. Dans sa méthode de mesure des éléments d'un système optique, M. A. Cornu a tenu à proscrire rigoureusement l'emploi de toute pièce ou surface auxiliaire (miroir ou lentille), dont il faut définir la valeur optique, et dont l'emploi peut altérer la netteté des images. M. Dongier répond que son appareil permet à la fois la mesure des courbures et des éléments des systèmes optiques, aussi bien divergents que convergents. Dans le cas des systèmes convergents, il ne comporte que les accessoires optiques indispensables, employés aussi par M. Cornu, à savoir: une lentille collimatrice et un microscope viseur. Il a l'avantage de porter en lui-même le moyen de régler à l'infini par autocollimation, et c'est dans cette opération qu'intervient le miroir rigoureusement plan. Sa disposition verticale et ramassée le rend très maniable et propre à rendre service même aux industriels. M. A. Cornu ajoute que la simplicité de son dispositif ne perd guère d'avantages dans le cas, d'ailleurs très rare dans la pratique, d'un système divergent. Quant au réglage à l'infini, il peut se faire avec toute la précision voulue,

sans viser un objet extrêmement éloigné, et même sans viser d'autre objet que le réticule du collimateur. L'autocollimation n'est que l'un des procédés permettant d'effectuer ce réglage; elle n'exige pas, d'ailleurs, l'emploi coûteux d'un miroir parfaitement plan. La moyenne des observations, par réflexion normale sur une glace argentée ordinaire et successivement sur ses deux faces, suffit généralement pour la précision du focomètre.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

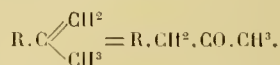
Séance du 22 Février 1901.

MM. A. Haller et G. Blanc communiquent les résultats de leurs recherches sur les éthers alcoylcyanomaloniques. En traitant le cyanomalonate d'éthyle argentinique par les iodures alcooliques, ils ont obtenu les éthers de la forme :



On a opéré en particulier sur les iodures de méthyle, d'éthyle et de propyle (normal), et l'on a obtenu les éthers cyanomaloniques substitués correspondants. Ce sont des liquides bouillant respectivement à 133° (28 millimètres), à 142-145° (30 millimètres) et à 155°-157° (28 millimètres). Quand on les fait bouillir pendant longtemps avec des acides étendus, on obtient les acides gras correspondants (propionique, butyrique et valérique). La potasse aqueuse provoque un dédoublement différent. On obtient alors les acides α -cyano-propionique, α -cyanobutyrique et α -cyaonovalérique, qui ont été caractérisés au moyen de leurs anilides (obtenues en chauffant l'acide bien sec avec l'isocyanate de phényle) et fondant respectivement à 104-105°, 86-87° et 88-89°. — M. A. Béhal, à propos d'une note parue dans le dernier numéro des *Comptes Rendus* et due à M. Grignard, se voit dans l'obligation de communiquer les résultats d'un travail sur l'action des dérivés organométalliques sur les éthers-sels de la série cyclique. Il a étudié, tantôt seul, tantôt avec MM. Tiffeneau et Sommelet, divers corps de cette série. Voici les résultats généraux obtenus: Il se forme, avec les dérivés méthylés et les éthers sels cycliques ayant le groupe CO^2H sur le noyau, des chaînes pseudopropyléniques $\text{R.C} \begin{smallmatrix} \text{CH}^2 \\ \text{CH}^3 \end{smallmatrix}$. Les

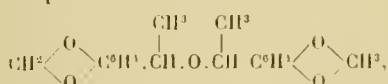
fonctions phénols ou éthers de phénols qui sont fixées sur le noyau se perturbent par cette réaction. Ces dérivés se polymérisent avec facilité. Les polymères généralement bien cristallisés sont dimères. Ils se dissocient sous l'influence de la chaleur en deux molécules de monomères avec peu de produits accessoires. Ces dimères sont saturés: l'union s'est donc faite par la fonction éthylénique. Les monomères, traités par l'iode et l'oxyde de mercure suivant les indications de M. Bougault, se transforment en cétones, la chaîne pseudopropylénique donnant lieu à une transposition moléculaire qui fournit une chaîne linéaire:



C'est là le premier exemple d'une transformation de cet ordre; la transformation inverse est très connue; il suffit de rappeler celle de la pinacone, de l'hydrobenzoïne et du benzyle. Oxydés par le permanganate, les dérivés pseudopropyléniques donnent des cétones R.CO.CH^3 avec détachement du groupe méthylène. La propriété de fournir des carbures ne tient pas à ce fait que l'alcool est tertiaire; en effet, un certain nombre d'alcools secondaires qui, théoriquement, devraient se former par l'action des dérivés organo-métalliques du magnésium se déshydratent et fournissent des carbures. Cependant, en faisant réagir l'iode de magnésium

¹ *Journal de Physique*, 1^{re} série, t. VI, p. 276, 308; 1877.² *Journal de Physique*, 1^{re} série, t. IV, p. 7; 1875.

méthyle sur le pipéronal, M. Béhal a obtenu l'éther oxyde correspondant à l'alcool secondaire :



qui fond à 110-111°. — MM. Béhal et Tiffeneau ont étudié l'action de l'iodure de magnésium-méthyle sur l'anisate de méthyle; ils ont obtenu ainsi un monomère fusible à 32° et bouillant à 224°. Le dimère correspondant fond à 38° et se change lentement à 330° en monomère. Il se forme dans cette réaction peu de para-isopropylanisol. Le parapseudopropénylanisol $\text{CH}^3 \cdot \text{O} \cdot \text{C}^6\text{H}_4 \cdot \text{C} \begin{smallmatrix} \text{CH}^3 \\ \text{---} \\ \text{CH}^3 \end{smallmatrix}$, traité par l'iode et le mercure en

présence de l'alcool, donne la paraméthoxyphénylacétone $\text{CH}^3 \cdot \text{O} \cdot \text{C}^6\text{H}_4 \cdot \text{CH}^2 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}^3$. Ce corps bout à 263-264°, se combine au bisulfite; la combinaison bisulfitique est dissociable par l'eau. Il ne donne pas de coloration avec la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. Il fournit du bromoforme par l'action de la potasse et du brome, et, en employant un excès de réactif, il se forme de l'acide anisique. Son oxime fond à 72°. Théoriquement, avec l'iode et l'oxyde de mercure, le parapseudopropénylanisol devait donner le paraméthoxyphénylpropanal-2 $\text{CH}^3 \cdot \text{O} \cdot \text{C}^6\text{H}_4 \cdot \text{CH} \begin{smallmatrix} \text{CHO} \\ \text{---} \\ \text{CH}^3 \end{smallmatrix}$, corps décrit par M. Bougault et

obtenu par lui au moyen de l'anéthol. M. Bougault, après avoir établi la constitution de cet aldéhyde, conclut avec réserve que l'anéthol pourrait posséder une chaîne triméthylénique. Les auteurs ont préparé synthétiquement l'anéthol au moyen de l'aldéhyde anisique et de l'iodure de magnésium-éthyle, et ont comparé ce corps à l'anéthol naturel; les points d'ébullition, de fusion et l'identité des dibromures montrent qu'il y a identité des deux corps. L'anéthol possède bien une chaîne propylénique. Il s'ensuit donc que les chaînes propényliques se transforment par l'iode et l'oxyde de mercure en chaîne pseudopropylénique et que l'anéthol, contrairement à l'opinion de M. Bougault, possède une chaîne propylénique. Les auteurs ont fait synthétiquement l'isoeugénol avec la vanilline et l'iodure de magnésium-éthyle et l'ont caractérisé par son dérivé benzoylé fusible à 103°. — MM. Béhal et Sommelet ont fait réagir l'iodure de magnésium-méthyle sur le salicylate de méthyle, le méthylsalicylate de méthyle et le paraoxybenzoate de méthyle. Le salicylate de méthyle a fourni l'orthopseudopropénylphénol $\text{HO} \cdot \text{C}^6\text{H}_4 \cdot \text{C} \begin{smallmatrix} \text{CH}^3 \\ \text{---} \\ \text{CH}^3 \end{smallmatrix}$ bouillant

à 203-204° et son dimère fusible à 98°. Le pseudopropénylphénol fournit, par l'iode et l'oxyde de mercure, l'orthoxyphénylacétone. Le méthylsalicylate de méthyle fournit par exception un alcool tertiaire fondant à 15° et bouillant à 239°. Le paraoxybenzoate d'éthyle fournit un phénol bouillant vers 215°; son dimère fond à 87°. — M. Tiffeneau a étudié le pseudopropénylbenzène et le pseudopropénylparatoluène. Après avoir fait l'historique de la question, il décrit les propriétés de ces deux corps, et signale la formation de la phénylacétone avec l'iode et l'oxyde de mercure. Il a observé que le phénylpropylène $\text{C}^6\text{H}_5 \cdot \text{CH} = \text{CH} \cdot \text{CH}^3$ donne avec ce même réactif le phényl-2-propanal $\text{C}^6\text{H}_5 \cdot \text{CH} \begin{smallmatrix} \text{CHO} \\ \text{---} \\ \text{CH}^3 \end{smallmatrix}$,

ce qui montre bien la généralisation de la transposition moléculaire. — M. H. Masson, en appliquant la méthode exposée ci-dessus par M. Béhal, et en utilisant le réactif de M. Grignard, a obtenu toute une série d'alcools tertiaires nouveaux. Il a employé les iodures de magnésium méthyle et éthyle et les éthers monobasiques de la série grasse. Il décrit les alcools suivants:

Méthyl-2-pentanol-2 (diméthylpropylcarbinol)	124°
Ethyl-3-hexanol-3 (diéthylpropylcarbinol)	159
Méthyl-6-éthyl-3-heptanol-3 (méthylisobutylcarbinol)	172
Méthyl-2-heptanol-2 (diméthylamylcarbinol)	162
Ethyl-3-octanol-3 (diéthylamylcarbinol)	199
Méthyl-2-octanol-2 (diméthylhexylcarbinol)	178
Ethyl-3-undécanol-3 (diéthyl-octylcarbinol)	250

Ces alcools donnent facilement des carbures éthyléniques quand on les déshydrate par l'anhydride acétique en présence du chlorure de zinc.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Seance du 22 Février 1901.

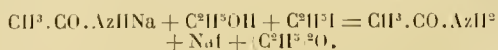
M. E. Villari étudie la façon dont l'air soumis aux rayons X perd sa propriété de décharge. De l'air rendu actif par des rayons X perd plus de son pouvoir déchargeant en traversant un tube enroulé en plusieurs spirales qu'en passant à travers un tube droit. Pendant ce passage, le tube se charge à un certain potentiel. Si de l'air actif est dirigé en grande quantité sur un treillis métallique ou des rognures enroulées, placés dans des tubes, les métaux, indépendamment de leur nature, prennent une charge positive ou négative suivant que l'air passe rapidement ou lentement. Les tubes de cuivre ou de plomb prennent de même des charges positives s'ils sont longs ou enroulés, et négatives s'ils sont courts et droits. Ces phénomènes ne peuvent pas être attribués à des actions chimiques, mais ils pourraient être produits par un frottement spécial de l'air sur les surfaces métalliques, celles-ci gardant l'une des charges et l'autre restant dans l'air. En réalité, ce n'est pas le cas, car l'air possède souvent une charge de même nature que celle du métal. L'auteur a montré antérieurement que l'air actif passant contre un corps électrisé est transformé soit en air ordinaire, soit en air chargé de l'électricité qui a disparu du corps. On peut donc supposer que l'air actif, en frottant sur des surfaces métalliques, développe les deux électricités, l'une se manifestant sur ces surfaces, l'autre étant employée à réduire l'air actif en air ordinaire, et par conséquent n'étant pas manifestée. — M. R. W. Wood a étudié la propagation des ondes en forme de cornes et sa relation avec les lignes focales primaire et secondaire. Il discute la réflexion d'une onde plane par un miroir hémisphérique, l'onde réfléchie étant semblable à un cône volcanique. La corne de l'onde, ou le bord du cratère, trace la caustique, et passe continuellement par un foyer, ce qui rend compte de l'illumination croissante le long de la caustique. Les ondes frontales sont obtenues en construisant la surface orthogonale, dont la section est un épicycloïde. La développée de cette courbe est la caustique, et les ondes frontales réfléchies forment une famille de courbes parallèles qui sont les enveloppantes de la caustique. L'onde frontale, entre deux lignes focales, s'étend le long d'un méridien et se contracte à angle droit avec lui, en d'autres termes, l'onde est concave le long d'un méridien et convexe le long de l'autre. La forme extérieure du cône volcanique représentant l'onde réfléchie correspond à la position de l'onde frontale entre les lignes focales. On peut faire un bon appareil en argentant la surface extérieure d'un récipient en verre hémisphérique. Le miroir concave ainsi formé peut être monté sur un pied et une petite lampe électrique arrangée de façon à se mouvoir le long de l'axe du miroir. Une onde sphérique partant du foyer du miroir hémisphérique est réfléchie en forme de soucoupe, les bords incurvés allant au foyer en un anneau entourant le fond circulaire presque plat. — M. R. Wood a décrit antérieurement une méthode pour former des prismes de cyanine solide en pressant la couleur fondue entre des plaques de verre. Jusqu'à présent des angles d'environ un demi degré pouvaient seuls être employés à cause de la petite quantité de lumière verte transmise. Une nouvelle expérience a montré qu'on peut transmettre une grande quantité de lumière verte avec un angle de plus d'un degré. En regardant le filament d'une lampe à incandescence à travers un de ces prismes, on voit un spectre anormal, les couleurs étant disposées dans l'ordre : vert, bleu, violet, rouge, orange. En croisant un de ces prismes avec un réseau de diffraction ayant 2.000 lignes au pouce, et en regardant une lampe à arc, le spectre de diffraction est dévié par

le prisme, l'extrémité rouge étant remontée et l'extrémité bleue et verte abaissée.

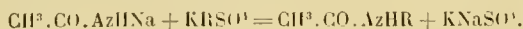
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Février 1901 (suite).

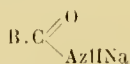
MM. W. C. C. Pakes et W. H. Jollyman ont étudié la décomposition de l'acide formique par les bactéries; elle aurait lieu suivant l'équation simple $\text{HCO}^2\text{H} = \text{CO}^2 + \text{H}^2$, ou $\text{H.CO}^2\text{Na} = \text{NaHCO}^2 + \text{H}^2$. Ce fait explique pourquoi il est avantageux d'ajouter du formiate de soude aux milieux contenant du dextrose, car l'alcali formé neutralise les acides produits dans la décomposition du sucre et cela permet aux bactéries de vivre plus longtemps que si le milieu devenait de plus en plus acide. — M. A. W. Titherley a étudié la façon dont se comportent les dérivés de la sodamide du type R.CO.AzHNa avec les composés organiques halogénés. Les halogénures d'alkyle donnent l'amide et un éther :



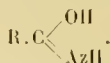
Les chlorures d'acides donnent avec la sodiobenzamide des diamides $\text{C}^6\text{H}^5.\text{CO.AzH.COR}$. Avec les éthers halogénés, la sodiobenzamide se comporte normalement. Avec les bromamines RCO.AzH.Br , il devrait se former des acylhydrazines bisubstituées symétriques R.CO.AzH.AzH.CO.R , mais une transformation moléculaire intervient et il se produit des alkylacylurées : AzH.R.CO.AzH.COR . Lorsqu'on chauffe une sodamide avec un alkylsulfate de potasse, l'atome de Na est alors remplacé par le radical alkylque :



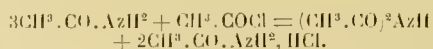
Le second atome d'H du groupe CO.AzHR peut être de la même façon remplacé par Na, puis par un groupe alkyle, et l'on arrive aux amines $\text{R.CO.AzR}'\text{R}''$, dans lesquelles R' et R'' peuvent être semblables ou différents. L'auteur explique les résultats variables auxquels il est arrivé par le tautomérisme des amides. Les sodamides aliphatiques seraient toujours :



tandis que les sodamides aromatiques posséderaient tantôt cette formule, tantôt la formule d'une hydroxyimide :

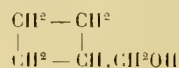


L'auteur a, en effet, pu préparer deux sels monoargentiques différents d'une même amide, qui semblent correspondre à ces deux constitutions. — Le même auteur a obtenu, par union directe des constituants en présence d'alcool, des cristaux de composés d'addition de l'acétamide avec le bromure et l'iodure de sodium : $2\text{CH}^3.\text{CO.AzH}^2.\text{NaBr}$ et $2\text{CH}^3.\text{CO.AzH}^2.\text{NaI}$. — M. A. W. Titherley a encore préparé la diacétamide par l'action du chlorure d'acétyle en solution benzénique sur l'acétamide :



— MM. F. S. Kipping et L. L. Lloyd, en traitant successivement le tétrachlorure de silicium par une première, une seconde et une troisième molécule d'alcool ou de phénol, ont remplacé trois atomes de chlore par trois groupes alkyloxy, et sont arrivés à des composés de formule $\text{SiCl}(\text{OR})^2(\text{OR}')(\text{OR}'')$. Ces composés, qui renferment un atome de Si asymétrique, doivent exister sous deux formes isomères, que les auteurs vont essayer de séparer. — M. F. S. Kipping, en examinant le sel formé par la combinaison de la *d-l-hydrindamine* avec l'acide *d*-campho- π -sulfonique préparé par réduction de l'acide α -bromocamphosulfonique, a

observé que, quoique au premier abord homogène, il pouvait être séparé en fractions ayant des rotations spécifiques différentes. Ce fait provient de ce que l'acide *d*-campho- π -sulfonique brut contient une petite quantité de son isomère, et comme ce dernier ne peut guère avoir été formé pendant la réduction de l'acide α -bromocamphosulfonique, il s'ensuit que l' α -bromocamphre subit une racémisation partielle pendant sa sulfonation. A part cela, le sel de la *d-l-hydrindamine* avec l'acide sulfonique ne subit aucun changement dans sa cristallisation fractionnée, et il possède une rotation moléculaire identique à celle du *d*-campho- π -sulfonate d'ammonium; c'est donc un sel partiellement extérieurement compensé, de la forme *dA/B, dA/dB*. — M. W. H. Perkin jun., par réduction avec le sodium du chlorure de l'acide tétraméthylène-carboxylique, a obtenu le tétraméthylène-carbinol :



huile incolore, bouillant à 143°-144°.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Février 1901.

I. SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. A. C. Oudemans : Résumé de la sixième et dernière partie du compte-rendu de la triangulation de Java. Tandis que la quatrième partie contenait les résultats de la triangulation primaire et la cinquième ceux de la triangulation secondaire, cette dernière partie s'occupe des hauteurs des lieux observés. D'abord la hauteur de 19 sommets de triangles, situés près du bord de la mer, a été mesurée directement; dans la détermination de la hauteur des points trop éloignés de la mer, il est nécessaire de connaître d'avance la réfraction terrestre, dépendant en premier lieu de la loi inconnue, pour Java, suivant laquelle la densité de l'atmosphère varie avec la hauteur. Ainsi, l'auteur a cherché à déterminer le facteur de réfraction à l'aide d'observations simultanées de distances zénithales. Un chapitre spécial est consacré à la détermination de la dépression de l'horizon en 53 points d'observations. A l'aide de la solution de 53 équations linéaires à deux inconnues, par la méthode des moindres carrés, l'auteur trouve, pour la relation entre la dépression de l'horizon et la hauteur au-dessus du niveau de la mer :

$$h = (6.56546)^y \text{ tang}^2 d - 5,82716 \text{ tang}^4 d - 2,475;$$

les nombres entre parenthèses y représentent des logarithmes, l'unité de hauteur y est le mètre. Un aperçu historique sur les tentatives pour déterminer la réfraction terrestre, dès J.-D. Cassini, en 1661, accompagne le travail. Ensuite, l'auteur s'occupe des déviations locales du fil à plomb dans la direction du méridien, qu'il a déterminées en 63 lieux différents, indiqués dans la petite carte ci-jointe (fig. 1). Les longueurs des petits traits font connaître la direction et le montant des déviations. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen : Rapport de la Commission chargée des mesures préparatoires pour les observations de l'éclipse totale de Soleil du 18 mai 1901. Cette éclipse, presque exclusivement visible dans les Indes néerlandaises, est d'une extrême importance, à cause de sa longue durée; sur la ligne centrale, cette durée s'éleva à 6 min. 1/2, à la côte occidentale de Sumatra, et à 5 min. 1/2 à la côte orientale de Bornéo. La Commission préparatoire, nommée par l'Académie, le 27 mai 1899, se compose de MM. H. G. et E. F. van de Sande Bakhuyzen, J. A. C. Oudemans, J. C. Kapteyn, W. H. Julius, J. P. van der Stok, A. A. Nyland et J. H. Willerdink. Elle est secondée par une Commission locale, nommée par le Gouvernement, présidée par M. J. J. A. Muller, Chef de la triangulation de Sumatra, et comptant parmi ses membres MM. S. Figée et A. G. Zeeman. Ce Rapport contient successivement des indications sur les supports matériels et

financiers de l'Expédition, la composition de l'Expédition (MM. Nyland et Wilterdink, astronomes; MM. Muller et Wacker, géodésiens; Julius, physicien; MM. Figée et van Bemmelen, météorologistes, les caractères des observations et des instruments (images photographiques de la couronne, observations spectroscopiques de la couronne et de la photosphère, polarisation des parties diverses de la couronne, radiation calorifique et intensité lumineuse de la couronne, observations des bandes d'ombre, état électrique de l'atmosphère pendant l'éclipse, observations sur le magnétisme terrestre, la température, la pression et la force du vent, — descriptions des instruments dont se servira l'expédition, choix du lieu d'observation (un point dans les environs de Painan, à la côte occidentale de Sumatra), informations pour les observateurs des autres pays (onze expéditions, parmi lesquelles sont représentées la France, l'Angleterre, la Russie, l'Amérique).

2. SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. A. Lorentz: *Les lois de Boltzmann et de Wien, relatives au rayonnement*. Pour arriver à ces lois (Boltzman: *Ann. de Wiedemann*, t. XXII, p. 291, 1884; Wien: *Sitzungsber. der Berlin. Akad.*, 1893, p. 55), il n'est pas nécessaire de décomposer l'état vibratoire de l'éther en une infinité de

$$U = 2\pi V^2 \bar{v}^2 + \frac{1}{8\pi} \bar{v}^2.$$

les traits horizontaux indiquant qu'il s'agit de valeurs moyennes, par rapport à l'espace et au temps, et V représentant la vitesse de la lumière. D'un autre côté, la pression peut être représentée par :

$$-2\pi V^2 \frac{2\bar{v}^2}{3} - \frac{1}{3} \frac{\bar{v}^2}{4\pi} = -\frac{1}{3} \bar{v}^2.$$

Comme l'état de l'éther est isotrope, on peut substituer dans cette expression :

$$\bar{v}_x^2 = \frac{1}{3} \bar{v}^2, \quad \bar{v}_y^2 = \frac{1}{3} \bar{v}^2.$$

Ainsi l'on trouve :

$$p = \frac{1}{3} U, \quad U = T \frac{dU}{dT}, \quad U = CT^3.$$

ce qui est l'expression de la loi de Boltzmann. 3. Enlevons maintenant le corps M et augmentons le volume v . L'énergie par unité de volume diminuera et, si le changement du volume est suffisamment lent, les différents

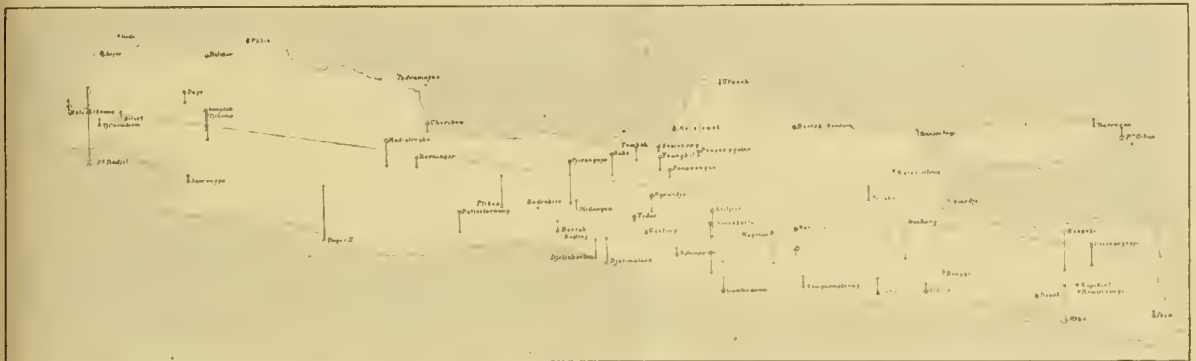


Fig. 1. — Déviations du fil à plomb à l'épreuve dans la direction du méridien.

rayons qui s'entrecroisent dans tous les sens; on peut se baser directement sur les équations fondamentales du champ électromagnétique. 1. Supposons qu'un espace, entouré d'une enceinte à parois parfaitement réfléchissantes, soit occupé en partie par un corps pondérable M. L'éther qui environne ce corps sera alors le siège de mouvements électromagnétiques, dont la nature et l'intensité sont déterminées par la température T du corps M, et en vertu desquels l'éther exerce une certaine pression p . En déplaçant les parois, on peut augmenter ou diminuer le volume v ; de plus, on supposera qu'on puisse introduire à volonté de la chaleur dans le corps M. La quantité de chaleur requise pour un changement infiniment petit déterminé par dT et dv est donnée par la formule :

$$dQ = \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} dT + \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial v} + p \right) dv,$$

et la seconde loi de la Thermodynamique conduit à la relation

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial v} + p = T \frac{\partial p}{\partial T}.$$

Ici, le premier terme n'est autre chose que l'énergie U de l'éther par unité de volume. Comme p est indépendant de v , on aura :

$$U + p = T \frac{dp}{dT}.$$

2. Soient δ , aux composantes $\delta_x, \delta_y, \delta_z$, le déplacement diélectrique, et \mathfrak{H} , aux composantes $\mathfrak{H}_x, \mathfrak{H}_y, \mathfrak{H}_z$, la force magnétique. Alors on a :

états de l'éther qui se succèdent sont précisément ceux qui pourraient être en équilibre avec des corps pondérables, ayant des températures de plus en plus basses: c'est ce que Wien a démontré par des considérations thermodynamiques. Si l'on veut étudier la dépendance qu'il y a entre l'état de l'éther et la température d'un corps pondérable, il suffira donc d'examiner l'effet du rayonnement des parois. Si, dans un temps infiniment petit dt , les dimensions augmentent dans le rapport de $1 + a dt$, a étant une constante, le problème peut être résolu par l'introduction d'un nouveau système de variables dans les équations du champ. Prenons comme nouvelles variables indépendantes :

$$x' = xe^{-at}, \quad y' = ye^{-at}, \quad z' = ze^{-at}, \\ t' = \frac{1}{a} (1 - e^{-at}) - \frac{a}{2V^2} (x^2 + y^2 + z^2) e^{-at},$$

et comme nouvelles variables dépendantes, les quantités $\delta'_x, \delta'_y, \delta'_z, \mathfrak{H}'_x, \mathfrak{H}'_y, \mathfrak{H}'_z$, qui sont déterminées par les équations :

$$x = e^{-2at} \delta'_x - \frac{a}{4\pi V^2} y \delta'_y - z \delta'_z, \text{ etc.}$$

$$\mathfrak{H}_x = e^{-2at} \mathfrak{H}'_x + 4\pi a (y \delta'_z - z \delta'_y), \text{ etc.}$$

Négligeons enfin les termes qui contiennent a^2 , ce qui sera permis tant que la vitesse des parois est très petite par rapport à celle de la lumière. Alors, on trouve que la forme des équations différentielles n'est pas changée par la substitution. Il faut remarquer qu'un point déterminé de la paroi est toujours caractérisé

par des valeurs constantes de x', y', z' . Si donc l'équation de la surface intérieure de l'enceinte est :

$$F(x, y, z) = 0$$

au temps t , elle sera :

$$F(x', y', z') = 0$$

à un instant postérieur quelconque. Quant à la condition que les parois doivent être parfaitement réfléchissantes, elle s'exprime par :

$$v_x : v_y : v_z = \frac{\partial F}{\partial x} : \frac{\partial F}{\partial y} : \frac{\partial F}{\partial z}$$

dans le cas d'une enceinte immobile, et par :

$$v'_x : v'_y : v'_z = \frac{\partial F}{\partial x'} : \frac{\partial F}{\partial y'} : \frac{\partial F}{\partial z'}$$

dans celui d'une enceinte qui se dilate. On obtient ces dernières formules en se servant des conditions relatives à la surface d'un corps mobile, qui ont été établies dans la théorie de l'aberration (Voir Lorentz : *Versuch einer Theorie der electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern*). En somme, les équations qui déterminent v'_x, v'_y, v'_z , etc., considérés comme des fonctions de x', y', z', t' , sont les mêmes que celles dont il faut se servir pour déterminer v_x, v_y, v_z , etc., en fonction de x, y, z, t . — Soient :

$$v_x = \varphi_1(x, y, z, t), \quad v_y = \chi_1(x, y, z, t), \text{ etc...} \quad (2)$$

les valeurs qui existeraient si les parois avaient été maintenues dans la position qu'elles occupent au temps $t=0$. Les mouvements qui ont lieu pendant le déplacement de l'enceinte seront donnés par :

$$v'_x = \varphi_1(x', y', z', t'), \quad v'_y = \chi_1(x', y', z', t'), \text{ etc.}$$

Considérons le moment où a a une valeur déterminée k , et passons à la limite où cette valeur aurait été atteinte dans un temps infiniment long, avec une valeur infiniment petite de a . Alors les relations (1) deviennent :

$$v = \frac{v'}{k^2}, \quad \delta = \frac{\delta'}{k^2},$$

et l'on aura :

$$v_x = \frac{1}{k^2} \varphi_1\left(\frac{x}{k}, \frac{y}{k}, \frac{z}{k}, t'\right), \quad v_y = \frac{1}{k^2} \chi_1\left(\frac{x}{k}, \frac{y}{k}, \frac{z}{k}, t'\right), \text{ etc.} \quad (3)$$

C'est le nouvel état que nous allons comparer avec l'état initial (2). Désignons de nouveau par U et T la densité de l'énergie et la température correspondante à (2), et par U' et T' les valeurs analogues pour l'état (3). On trouve immédiatement la relation $k^4 U' = U$, ce qui donne $k T' = T$, en vertu de la loi de Boltzmann. Or, le théorème de Fourier nous permet de décomposer les états (2) et (3) en une infinité de mouvements partiels, ayant chacun une longueur d'onde déterminée; à chaque terme dans la décomposition de (2) correspondra un terme dans la décomposition de (3). Nommons l et l' des longueurs d'onde correspondantes, u la densité de l'énergie qui, dans l'état (2), appartient aux mouvements dont la longueur d'onde est comprise entre deux limites infiniment voisines, et u' la densité de l'énergie dans l'état (3) qui est propre aux parties

correspondantes du mouvement total. On trouve facilement : $l' = k l$, $k^4 u' = u$, c'est-à-dire :

$$l' : l = T : T'$$

et

$$u' : u = T'^3 : T^3,$$

équations qui expriment la loi de Wien. — M. J. D. van der Waals : *L'équation critique et la théorie du mouvement cyclique*. La déduction de l'équation critique est basée sur la supposition que les molécules sont, à toutes les températures et sous toutes les pressions, des systèmes invariables. Ainsi l'équation critique ordinaire doit être en défaut, aussitôt qu'il se présente des associations à des systèmes compliqués. Même en des cas où les systèmes subissent des variations beaucoup moins importantes, qui n'influencent pas même les dimensions des molécules, on est contraint à renoncer à l'hypothèse que les quantités a et b sont des constantes. Même dans la première série de vérifications de l'équation critique (avec l'acide carbonique d'après les expériences d'Andrews), l'auteur trouvait que b augmente avec la température; seulement, la réflexion que la manière dont b dépend de t était inconnue, lui a fait détourner les yeux de cette variabilité. Déjà la remarque que la valeur de la chaleur spécifique à volume constant des matières à molécules composées ne s'accorde pas avec celle qu'on trouve dans le cas de matières mono-atomiques mène à la conclusion que, à côté des mouvements des molécules, on est obligé de supposer l'existence de mouvements intérieurs, mouvements atomiques; d'un autre côté, l'observation que ce mouvement atomique devient de plus en plus violent à mesure que T augmente, fait présumer qu'en vérité les molécules sont plus grandes à des températures élevées qu'à des températures basses. Ainsi l'équation critique aux valeurs invariables de a et b ne saurait être de rigueur que pour les matières mono-atomiques; l'application de cette équation à des matières aux molécules composées ne constitue qu'une approximation grossière. Dans la séance du 9 octobre 1898, l'auteur a déjà indiqué que nous serons obligés de considérer les molécules comme des organismes qui varient avec p et T , de manière qu'il y ait lieu de parler de l'équation critique de la molécule. Depuis, à l'aide de l'équation viriale, il a déduit une équation de ce caractère. Seulement plusieurs points délicats, surtout le rapport entre la force vive du mouvement atomique et celui du mouvement moléculaire à des températures diverses, et la question de la relation de ce rapport avec le degré de condensation de la matière, ne pouvant être décidés que par des raisons de probabilité, l'auteur a cherché d'autres moyens de vérification, d'abord en se servant de considérations principalement thermo-dynamiques, ensuite en s'occupant de la théorie du mouvement cyclique. Dans cette partie-ci, cette dernière théorie est appliquée au cas de molécules qui se composent de deux atomes; une communication suivante contiendra l'application de cette théorie au cas de molécules qui se composent de plusieurs atomes et l'étude de l'influence de la variation de b avec la température sur l'équation critique.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Fox, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La nouvelle étoile de Persée. — M. Anderson, bien connu déjà du monde astronomique par ses nombreuses découvertes d'étoiles variables, signalait, le 21 février 1901, à Edimbourg, la présence d'une nouvelle étoile bleuâtre, de grandeur 2,7, dans la constellation de Persée : la position approchée du nouvel astre est :

$$\text{AR} = 3^{\text{h}} 24^{\text{m}} 2,8^{\text{s}} ; \quad \text{D} = +43^{\circ} 31'$$

et il tire une importance particulière de la rapidité avec laquelle son éclat peut varier. Ainsi, le 23 février, cette étoile devient plus éclatante qu'une étoile de première grandeur, et MM. Robert et Rossart la trouvent plus brillante que la Chèvre, tout en restant inférieure à Sirius; puis elle diminue très rapidement, comme l'indiquent les déterminations de MM. Loizet et Deslandres :

	Grandeur.
26 février à 8 ^h 45 ^m	1,1
27 — à 9 ^h 3	1,5
27 — à 10 ^h 20	1,9
27 — à 11 ^h 20	2,0
27 — à 11 ^h 40	2,1
27 — à 12 ^h 0	2,1
1 ^{er} mars à 8 ^h 45	2,1 à 2,2
3 —	2,4
8 —	3,1

Cependant M. Rayet, à Bordeaux, détermine immédiatement le spectre de cette Nova : il trouve des lignes brillantes à grand écart dans le vert et le bleu, et particulièrement celles de l'hydrogène. M. Deslandres, à Meudon, reprend l'étude plus détaillée et plus instructive de ces spectres, tandis que l'Observatoire de Paris, toujours absorbé par des cartes et des catalogues, n'apporte encore aucune contribution à la connaissance du nouvel astre.

C'est surtout en regardant l'histoire des étoiles variables ou temporaires, que l'on comprendra tout l'intérêt que suscitent pareilles apparitions, et les problèmes essentiels qui se posent ainsi pour la Cosmogonie : En 134 avant notre ère, Hipparque aperçut dans la constellation du Scorpion une étoile brillante qu'il n'y avait point encore vue, et c'est, selon Pline, ce qui lui sug-

géra l'idée de faire un catalogue d'étoiles; en 123 de notre ère, pareille apparition dans la constellation d'Hercule; en 173, dans le Centaure, une étoile qui put être observée pendant huit mois par les Chinois, et passa successivement par toutes les couleurs; en 336, pendant quatre mois, dans le Sagittaire; en 393, dans le Scorpion; en 1011, dans le Sagittaire; en 1203, dans le Scorpion; en 1230, dans Ophiucus. Mais, en Europe, l'étude du ciel allait se développer; bien des faits analogues étaient signalés, et, en 1572, l'attention se porta particulièrement sur la *Pélerine*, la nouvelle étoile signalée dans Cassiopée par Tycho-Brahé.

La *Pélerine* brillait d'un éclat supérieur à celui de Jupiter et, avec une bonne vue, on pouvait la voir pendant le jour, en plein midi; elle resta blanche pendant deux mois, puis se mit à passer au jaune, tandis que son éclat diminuait; en juillet 1573, elle n'était plus que de 3^e grandeur, étant passée du jaune au rouge, et commençait à redevenir blanchâtre. Enfin, en mars 1574, après avoir brillé dix-sept mois, elle disparaissait entièrement et, malgré des données assez précises sur la fixité de sa position, on ne la put jamais revoir.

Le 10 octobre 1604, J. Brunowsky, élève de Képler, signalait une étoile presque aussi remarquable qui devait disparaître vers janvier 1606; c'est la *nouvelle du Serpenteiraire*, ou étoile de Képler. En 1600, Janson avait également signalé une étoile dans le Cygne; elle posséda un éclat variable, fut observée par Képler. Cassini, Hévélius, et conserve aujourd'hui encore un état stationnaire de 5^e grandeur.

Mais la découverte la plus importante pour la théorie de ces phénomènes fut celle de la *Merveilleuse de la Balance* (*Mira Ceti*), le 16 décembre 1638, par Holwarda; cette étoile, il est vrai, avait été déjà cataloguée par Bayer avec un autre éclat, mais elle était plus brillante, peut varier de la 3^e à la 9^e grandeur, et la courte durée de sa période allait permettre les plus précieuses déterminations.

Aujourd'hui, l'on connaît environ 500 étoiles variables; pour plus de la moitié d'entre elles les variations d'éclat sont reconnues périodiques; parmi les autres, les unes seront ultérieurement reconnues comme périodiques, à cause de la durée élevée de leur période;

d'autres n'étaient que *temporaires*, ont entièrement disparu, ou disparaîtront pour toujours. Les courbes d'éclat des *Nova* ou temporaires peuvent présenter les plus grandes singularités; nous donnons ici pour exemple (fig. 1) celle de la Prima Nova de 1885 (S. Andromède), d'après les déterminations d'Oxford et de Hartwig, Pritchard et Charlier. On remarquera, dans ce cas, la rapidité des variations qui peuvent être, cependant, encore beaucoup plus précipitées, comme dans le cas

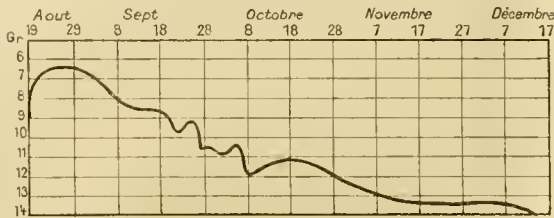


Fig. 1. — Variation d'éclat de S. Andromède (1885).

de T. Cocher. D'ailleurs, l'étude des clichés photographiques montre qu'il y a beaucoup plus d'étoiles variables que l'on ne croit d'après l'observation directe.

Pour les étoiles périodiques proprement dites, il faudra tenir compte de leurs variations de coloration, et de l'influence du mouvement de la Terre; les périodes peuvent être inférieures à 3 jours comme supérieures à 500 jours; la période moyenne présente de nombreuses irrégularités, les unes périodiques, d'autres séculaires, et l'on entrevoit la délicatesse et l'intérêt de telles études. A Harvard College, M. Pickering a organisé des observations régulières et des circulaires pour la connaissance des étoiles variables; c'est là une initiative heureuse et très importante, et nous ne devons pas oublier que chez nous, à Lyon, sous la direction de M. André, l'on s'occupe aussi très activement de ces problèmes si utiles.

Pour les périodiques, en particulier, l'hypothèse de Lockyer est encore une de celles qui répondent le mieux aux apparences, et qui soient le plus plausible: chaque étoile, au lieu d'être analogue au Soleil, serait un essaim de météores et pourrait être accompagnée d'un essaim satellite sur une trajectoire elliptique (fig. 2). Alors, au périastre, il y a pénétration des essaims, colli-



Fig. 2. — Étoile en essaim avec un essaim satellite.

sion de leurs éléments, d'où augmentation de lumière; si l'on veut, le corps central pourrait avoir une atmosphère étendue où le satellite créerait une pluie d'étoiles filantes. Reste à étudier plus en détail la nature de ces essaims et de leurs trajectoires.

Où bien encore existe-t-il des corps obscurs, des satellites obscurs, comme celui dont la présence paraît si vraisemblable dans le cas d'Algol.

Mais la spectroscopie allait bientôt faire entrer l'étude des étoiles variables dans une voie nouvelle et féconde: en 1866, Barker et Courbehaïsse trouvent une Nova, T de la Couronne, qui est encore aujourd'hui de grandeur

9,5, et à laquelle Sir Huggens applique la spectroscopie pour la première fois; il trouve un spectre caractérisé par les raies brillantes et larges de l'hydrogène, qui devaient être reconnues semblables, plus tard, à celles des protubérances éruptives du Soleil. La Nova du Cygne (1876) présente un spectre continu, avec les raies des protubérances, au moment des maxima d'activité solaire; bientôt l'éclat diminue, le spectre se débarrasse de la partie continue, et finit par ne plus présenter que les raies caractéristiques des nébuleuses. La Nova de 1885 présente un spectre continu. La Nova du Cocher (1893) présente les raies de l'hydrogène et du calcium: chaque raie est double, la composante noire étant déplacée vers le violet, la brillante vers le rouge; l'intervalle des deux raies correspond à une vitesse radiale de 1.000 kilomètres par seconde, et fait penser à l'existence de deux astres qui marcheraient l'un vers l'autre avec une vitesse considérable; — puis le spectre s'est résolu dans celui des nébuleuses.

Pour la nouvelle étoile de Persée, les apparences sont analogues, mais les raies, brillantes et noires, sont beaucoup plus larges. L'astre présente-t-il donc trois masses gazeuses, sans pressions sensibles, animées les unes par rapport aux autres de vitesses différentes? Est-ce une seule masse à très haute pression, qui est devenue brusquement le siège de phénomènes électriques très intenses? S'agit-il de deux corps qui se rapprochent très rapidement, l'un d'eux étant peut-être à l'état nébuleux? C'est là l'hypothèse vers laquelle paraît incliner M. Deslandres, qui a fait une étude détaillée des spectres de la Nova d'Anderson.

Enfin l'apparition actuelle a fait naître une nouvelle hypothèse sur les étoiles à proprement parler temporaires: admettons, vu la complexité de son spectre, que l'oxygène ne soit pas un corps simple ou, si l'on veut, qu'il se dissocie aux très hautes températures, fait qui correspond à ce que l'on ne peut en déceler la présence dans les enveloppes gazeuses qui surmontent la photosphère solaire, ni dans la chromosphère, ni dans l'atmosphère coronale; alors cependant, comme l'oxygène existe partout, lorsqu'une étoile se refroidit, il peut cesser d'être dissocié, se combiner avec l'hydrogène, créer ainsi une température très élevée, d'où la lumière. Mais cette combinaison engendre de la vapeur d'eau qui vient rapidement diminuer le rayonnement, et l'astre paraît s'éteindre. — Telle est l'hypothèse de M. Janssen.

On voit l'importance des problèmes soulevés par les étoiles variables. Peut-être la nouvelle étoile de Persée est-elle, de la sorte, un astre mourant. Et, d'abord, est-ce une variable vraie, une variable périodique ou une étoile temporaire? C'est ce que nous espérons savoir bientôt.

§ 2. — Mécanique

Les lignes superficielles qui apparaissent dans le sciage des métaux. — M. Ch. Frémont a fait récemment sur ce sujet d'intéressantes expériences. Quand on scie des métaux laminés ou simplement coulés tels que le fer, les aciers de toutes nuances, la fonte, le cuivre, le laiton, le bronze, etc., il apparaît sur les deux faces résultant de ce sciage des lignes autres que celles qui sont occasionnées par le trait de scie. Le phénomène ne dépend ni de la nature des métaux mis en œuvre, ni de particularités de leur structure. En éclairant obliquement une des sections obtenues, on observe, sous une incidence convenable, une succession de bandes étroites, alternativement claires et sombres; l'apparence peut, d'ailleurs, être inversée par une rotation de 180° de la plaque, les parties claires devenant sombres, et les parties sombres s'éclairant à leur tour. Cet effet de lumière accuse entre deux bandes consécutives une légère dénivellation, quelquefois perceptible au toucher, accompagnée d'un ressaut rarement brusque, mais plutôt arrondi. Ces bandes, de deux en deux en creux ou en relief, sont

parallèles entre elles, et obéissent à cette loi simple d'être également parallèles aux deux bords opposés traversés par la scie. Les choses se passent comme si les

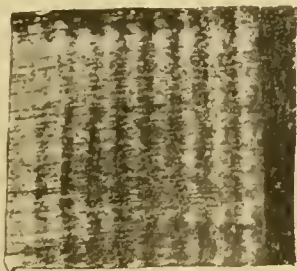


Fig. 1. — Lignes de sciage d'un bloc attaqué parallèlement aux côtés.

deux profils étaient transportés par le sciage parallèlement à eux-mêmes, à des intervalles déterminés et constants.

Quand les bords opposés, dont elles reproduisent le profil, sont deux lignes parallèles, comme dans une barre à section carrée ou rectangulaire, et que le sciage

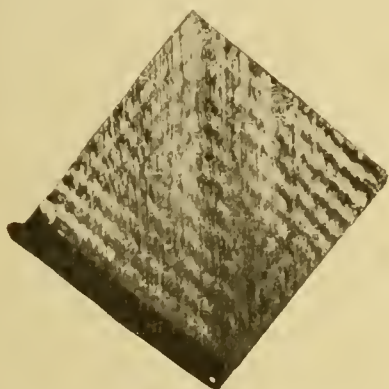


Fig. 2. — Lignes de sciage d'un bloc attaqué en diagonale.

est effectué suivant une direction parallèle à deux côtés opposés, il n'y a qu'un seul système de lignes : ce sont des droites parallèles ayant alors le *maximum* de largeur (fig. 1). Si le sciage est effectué dans la même barre suivant une diagonale de la section rectangulaire, le profil attaqué par le trait de scie est un angle

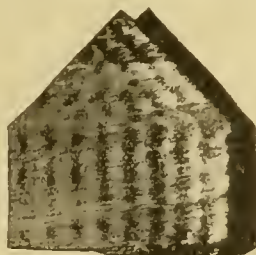


Fig. 3. — Lignes de sciage d'un profil triangulaire superposé à un profil rectangulaire.

droit ; il y a alors deux systèmes de lignes (fig. 2). Si la barre est triangulaire, il y a deux systèmes de lignes parallèles aux deux côtés du triangle et inclinés par rapport au trait de scie. Si la barre a pour section un triangle superposé à un rectangle, on retrouve les deux

systèmes de lignes suivant la même loi (fig. 3). Quand la barre est cylindrique, les deux systèmes de lignes sont composés d'arcs de cercle (fig. 4). Quand le profil est complexe, c'est-à-dire composé d'arcs, de lignes droites ou brisées, etc., les deux systèmes de lignes sont toujours des parallèles aux profils des bords attaqués par le trait de scie (fig. 5).

Il est à remarquer que les deux systèmes de lignes, venant des bords opposés, vont l'un vers l'autre ; que les lignes se rencontrent, se coupent et se dépassent ; aussi voit-on parfois, près d'un des bords du morceau de métal scié, les traces des lignes provenant du bord opposé. Quand les bords opposés sont

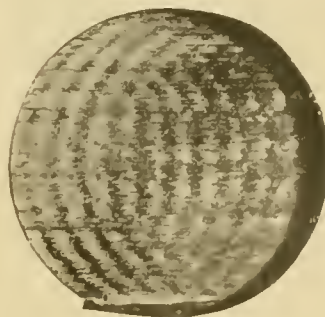


Fig. 4. — Lignes de sciage d'un cylindre.

asymétriques, les deux systèmes de lignes paraissent s'affaiblir en se rencontrant. Il peut y avoir, dans certains cas, un troisième système de lignes ; ainsi, dans le sciage d'une barre à section carrée sciée suivant la diagonale (fig. 6), on voit, en plus des deux systèmes de lignes constatés, un troisième système produit par un mouvement vibratoire supplémentaire occasionné, semble-t-il, par un serrage élastique de la barre pendant l'opération du sciage.

Ces lignes sont différentes des lignes de Lüders, car elles sont constantes, régulières, géométriques et de forme déterminée, obéissant toujours à cette même loi d'être parallèles aux profils des bords attaqués par le



Fig. 5. — Lignes de sciage d'une barre à profil complexe.

trait de scie. Ces lignes semblent, à première vue, représenter des ondes stationnaires résultant d'un mouvement vibratoire.

Dans une discussion qui a eu lieu à la Société française de Physique sur cette question, M. A. Cornu a assigné à la voie de la scie la cause première du phénomène. Il ne faut d'ailleurs pas s'étonner de voir des lignes superficielles périodiquement espacées se produire dans ce cas, car, quel que soit le mouvement de la scie, il tend toujours à se transformer en un mouvement périodique défini par les lois de l'élasticité.

Depuis lors, M. Vasseur s'est livré à une étude plus approfondie du phénomène. En se servant d'une scie à ruban neuve, il a constaté que la largeur des sillons était précisément égale à l'intervalle de deux dents successives de la scie employée ; les résultats étaient beaucoup plus nets avec une scie neuve, ayant encore

toute la voie donnée par le fabricant, qu'avec une scie usée.

Voici comme on pourrait expliquer, d'après M. Vasseur, la production des lignes observées :

Examinons de champ une scie à ruban marchant dans le sens AB (fig. 7), et considérons le moment où

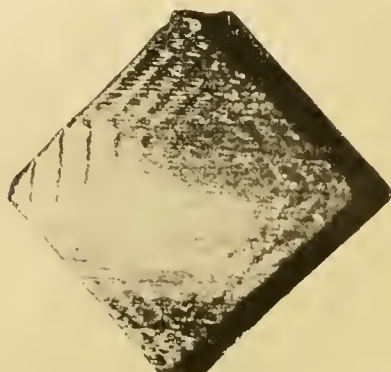


Fig. 6. — Système triple de lignes de sciage.

une dent déversée à droite d^1 est en train de creuser son sillon, les dents déversées à gauche se trouvent, celle qui la précède déjà dans le métal, celle qui la suit sur le point d'atteindre la surface. La réaction du métal sur la dent a une composante horizontale f qui tend à rejeter vers la gauche la lame de la scie, et

l'extrémité de la dent d^1 est plus à gauche que sa position normale.

Au moment la dent g^2 va rentrer en prise, elle

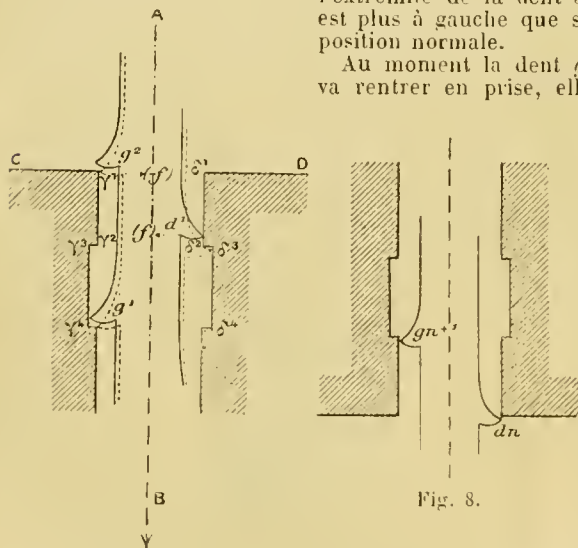


Fig. 7.

tendra à ramener vers la droite la lame de scie, et, par suite, la dent d^1 creusera, à partir de ce moment, un sillon δ_1, δ_2 , à droite du prolongement de l'élément précédent δ_1, δ_2 ; pour la même raison, la dent g^1 travaillera à droite du sillon γ_3, γ_4 , qu'elle vient de faire.

Le mouvement de balancement alternatif à droite et à gauche se continuera ainsi régulièrement au moment de l'entrée en prise des dents successives de la scie. Ce mouvement, ayant son origine à la surface CD, tandis que la scie subit un effort de traction du côté de B, ira en diminuant d'amplitude à mesure que l'outil pénétrera dans le métal, et les sillons produits auront une profondeur de moins en moins grande.

A la sortie (fig. 8), le mouvement inverse se produira; au moment où la dent d_n quittera le métal, la réaction qu'elle subissait de la part de la matière venant à cesser, la lame se reportera vers la droite et la dent

g_{n+1} creusera un sillon à droite de l'élément qu'elle creusait précédemment.

En résumé, le travail de la scie produira deux séries de sillons dont la largeur sera égale à l'intervalle de deux dents, et qui auront pour limites des lignes qui seront respectivement les copies des profils d'entrée et de sortie de la scie dans la pièce travaillée; ces deux séries de lignes sont indépendantes l'une de l'autre: elles peuvent se croiser, leur netteté va en diminuant depuis les bords vers le centre de la pièce.

§ 3. — Chimie

Méthode de séparation du glucose d'avec le maltose. — Cette méthode, due à M. A. C. Hill¹, consiste essentiellement à éliminer le glucose du mélange par la fermentation au moyen du *Saccharomyces Marxianus*, un ferment, qui, comme l'a observé Hansen en 1888, n'agit point sur le maltose. Pour être réellement pratique, la méthode doit être conduite avec certaines précautions. On peut, par exemple, opérer de la manière suivante: Une culture pure du ferment, qui a été lavée à plusieurs reprises avec de l'eau pure stérilisée, est ajoutée à la solution des deux sucres de laquelle on désire retirer le maltose. Cette solution doit contenir 10% au maximum du mélange des deux sucres, et être à la température d'environ 25-29°.

La fermentation se poursuit lentement en l'absence de matières protéiques et sans multiplication notable de cellules du ferment. Quand le dégagement d'acide carbonique a presque cessé, le mélange est porté à 100° et filtré. On additionne alors le liquide d'un tiers de son volume d'alcool, et on évapore le tout dans le vide à basse température; le sirop épais résultant, convenablement traité par l'alcool à 80-85%, donne le maltose cristallisé et blanc du premier coup.

§ 4. — Zoologie

Le Laboratoire de Biarritz. — Les laboratoires de Zoologie maritime sont déjà nombreux en France, mais l'examen de leur répartition géographique montre une lacune assez grave: dans le golfe de Gascogne, au sud d'Arcachon, on ne trouve plus que l'annexe de Guéthary, station qu'ont fait connaître, il y a déjà longtemps (1847), les recherches de De Quatrefages, mais que son éloignement d'un centre important condamne à être le plus souvent inutilisée.

Le fond du golfe de Gascogne présente cependant des conditions particulières; des études récentes² montrent que de nombreux courants y viennent converger. Au nord de Biarritz commencent les dunes, indice de fonds sableux, dont la faune peut être étudiée à Arcachon. Cependant, l'estuaire de l'Adour, et surtout le Gouf de Cap Breton déterminent, au voisinage de Biarritz, des conditions spéciales dont les recherches du marquis de Folin ont déjà montré l'intérêt.

De Biarritz à la Bidassoa, les falaises sont le plus souvent constituées par des calcaires marneux, qui font prévoir une faune et une flore différentes de celles des côtes landaises; pour ne citer que les Mollusques, dont H. Fisher a publié récemment une liste³; on y peut remarquer un assez grand nombre d'espèces ou de variétés méridionales (lusitaniennes ou méditerranéennes).

Pendant le Congrès de pêche qui s'est tenu à Biarritz, en 1899, les naturalistes qui y assistaient, frappés par ces considérations, ont regretté l'absence d'un laboratoire de Biologie. L'idée d'en créer un est alors venue à une Société scientifique locale, Biarritz-Association; grâce à l'appui de la municipalité biarrotte, le projet a pu être mené à bonne fin et un laboratoire, encore bien modeste, s'élève auprès du rocher de la Vierge,

¹ A. C. HILL: *Chem. Soc.*, n° 234, p. 45.

² HAUTREUX, *La Géographie*, T. 1.

³ *Travaux du Laboratoire de Wimereux*, T. VII.

assez loin des centres de la vie mondaine, pour que les naturalistes aient tout le calme et la tranquillité nécessaires à leurs travaux.

§ 5. — Sciences médicales

La préparation des produits opothérapiques. — La très vieille opothérapie a justement repris, depuis un certain temps, une place honorable dans la Thérapie. Peut-être même en a-t-on un peu abusé; mais, en somme, à part la thyroïdine, qui a entraîné quelques accidents dont la cause reste encore obscure, ses produits semblent pouvoir être employés sans danger, à la condition qu'on en use avec discernement.

Nous examinerons ici non leur fonction toxicologique, mais simplement leur fabrication et leur emploi.

La fabrication est à la fois des plus élémentaires et des plus délicates. Une des principales questions pour obtenir un produit réellement efficace, c'est de choisir des organes parfaitement sains et aussi frais que possible. Le mieux est d'employer ces organes aussitôt l'animal abattu. Chaque préparateur peut, naturellement, recourir à des procédés différents. Quelques-uns, à l'instar de l'autruche, cachent soigneusement leur manière de faire. Deux praticiens seulement ont bien voulu répondre à notre demande de renseignements; ce sont: M. Flourens, de Bordeaux, et M. Varenne, de Paris. Voici le procédé de M. Flourens:

L'animal est choisi très sain, d'un bel aspect. Aussitôt qu'il est abattu, on enlève l'organe, on le porte dans un vase très propre au laboratoire, on le hache finement, on le sèche mécaniquement et très rapidement à l'air froid, puis on le met à l'étuve à 37° en présence de sucre. Lorsqu'il est complètement sec, on le pulvérise, puis on le passe au tamis de soie très fin. On met le tout en pâte avec de la gomme et de l'eau, puis on divise en pastilles ou en pilules.

M. Flourens insiste avec raison sur la nécessité de l'extrême division de l'organe, l'état parfaitement sain de la glande et l'ensemble des soins dans la fabrication. Son procédé donne, paraît-il, d'excellents résultats. Il semble, en effet, rationnel et bien appliqué.

M. Varenne n'opère pas de la même manière. Bien entendu, comme M. Flourens, il prend des organes absolument sains, aussitôt l'animal abattu. Ce point est assez difficile à réaliser à Paris; il faut pour cela avoir des alliés parmi les égorgeurs des abattoirs. Mais on doit reconnaître qu'ils mettent généralement beaucoup de bonne volonté et même de l'amour-propre à exécuter le mieux possible ces petites opérations. Aussitôt l'organe extirpé, on le met dans un récipient contenant de la glycérine et du sucre, mélange préalablement stérilisé à 115°. Le lendemain l'organe est très finement broyé dans un appareil spécial, soigneusement stérilisé, puis la pulpe ainsi obtenue est versée dans une quantité déterminée de vin (généralement: muscat, grenache, porto, etc., ces vins étant pasteurisés); puis, après dix à douze jours de macération, le vin est filtré, etc., et enfin prêt à être employé. Il est bien évident que, par ce même procédé, on pourrait également obtenir des produits solides.

Bien que l'auteur n'ait pas exploité commercialement ces produits, il en a cependant fait usage en de nombreuses circonstances, et les résultats ont été des plus encourageants.

Les produits les plus employés en opothérapie sont les suivants: D'abord, par ancienneté, il convient de citer les préparations *orchidiennes* que l'illustre et

regretté Brown-Sequard a remises en honneur. On les a conseillées contre la faiblesse générale, l'ataxie, l'impuissance, la sénilité, à la dose de 2 à 5 grammes d'organe frais par jour.

La médication ovarienne (dose 0 gr. 50 à 2 grammes d'ovaire frais de brebis) a été conseillée contre l'aménorrhée, les troubles de la ménopause et la chlorose. Mais on ne saurait se montrer trop prudent dans l'emploi de médicaments aussi actifs, et dont tous les effets sont encore loin d'avoir été précisés.

Les préparations *thyroïdiennes* semblent actuellement les plus employées. Le célèbre chirurgien genevois Reverdin mit en évidence, en 1882, l'importance de la glande thyroïde; puis Schiff, en 1884, Gley, etc., ont fait à ce sujet d'intéressantes expériences. C'est là le sujet opothérapique qui a été le plus étudié. Les doses de glande thyroïde fraîche (mouton), sont de 0 gr. 50 à 1 gramme par jour. Il est important de noter, à ce sujet, que Gley (Société de Biologie, 31 juillet 1897), a établi que la thyroïdine existe en plus grande quantité dans les glandes *parathyroïdes* que dans la glande thyroïde elle-même, ce qui établirait l'importance de ces glandules dans la fonction thyroïdienne.

On a essayé d'appliquer le traitement thyroïdien à une foule de maladies, trop, peut-être; mais il y a eu, et il y a d'incontestables succès. Il paraît certain que le goitre, la maladie de Basedow, le myxœdème sous ses différentes formes, ont été très avantageusement combattus par la médication thyroïdienne. En particulier, Guttman a considéré dans l'obésité l'extrait thyroïdien comme le spécifique de cette dystrophie.

Le *thymus* est employé à la dose de 2 à 3 grammes par jour contre le goitre exophthalmique, et le goitre kystique. — Produit encore peu connu.

Le *rein* semble agir contre l'albuminurie, la néphrite, le diabète, l'urémie (?). Dose: 2 à 3 grammes de rein de mouton par jour. — Mais en ce cas, comme en d'autres, pourquoi pas la vieille opothérapie culinaire, c'est-à-dire un bon rognon...?

Les capsules surrénales, si bien étudiées par Abeloos et Langlois, ont, dit-on, réussi contre la maladie bronzée d'Addison et aussi contre certaines affections cardiaques. Dose: 2 à 3 grammes.

Le Dr Brunet, médecin de la Marine, a conseillé le *suc pulmonaire* contre les affections diverses de la poitrine. Ce n'est peut-être pas sans raison, car il nous semble que le sirop de *mou de veau* était jadis classique. Mais il faut se garder de conclusions trop simplistes, et d'ailleurs encore tout à fait hasardées.

La *rate* aurait une valeur incontestable dans la cachexie palustre; elle agirait aussi dans l'anémie et la chlorose (?). Dose: 1 à 3 grammes par jour. Nous ne donnons ces indications qu'à titre d'exemple de ce qui se pratique, car, encore une fois, sur tous ces points, la science, il faut en convenir, n'a pas encore prononcé.

Le *foie*, d'après Gilbert et Carnot, serait à conseiller dans des cas d'ictère, de cirrhose hépatique, de diabète (?). Dose: 1 à 5 grammes.

Le *cœur* lui-même agirait avantageusement dans les irrégularités cardiaques, et le pouls lent permanent. Dose: 1 à 3 grammes.

La *moelle osseuse* semble avoir réussi contre le rachitisme et la leucémie splénique. Dose: 0 gr. 50 à 2 grammes.

La *moelle nerveuse* a été conseillée par le Dr Constantin Paul dans les névroses, les psychoses, l'ataxie. Dose: 1 à 3 grammes.

Quant à la *prostate* et aux *vésicules séminales*, etc..., on les a naturellement employées. Leur histoire est encore trop récente, et nous n'y insisterons pas.

LA TUBERCULOSE EXPÉRIMENTALE

CONFÉRENCE FAITE A LA SOCIÉTÉ DES AMIS DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(14 FÉVRIER 1901)

Messieurs,

Je vais vous parler aujourd'hui de la tuberculose expérimentale. Vous savez que la tuberculose est de toutes les maladies la plus redoutable, et que, parmi les fléaux qui sévissent sur l'humanité, il n'en est pas de plus cruel. Des statistiques précises établissent que la mortalité par les affections tuberculeuses représente à peu près le cinquième de la mortalité totale. Elles atteignent les êtres humains dans la force de l'âge, et font mourir après de longues et douloureuses souffrances. Donc, rien de surprenant à ce que médecins et physiologistes unissent leurs efforts pour combattre ce mal terrible.

Ce que je voudrais ici vous exposer, très sommairement, trop sommairement peut-être, ce sont les travaux des expérimentateurs, travaux qui nous ont permis d'avoir des notions si pénétrantes et si utiles sur la maladie elle-même, sur ses causes et sur son traitement.

I

Pour aborder avec fruit cette étude, il faut commencer par donner un aperçu, très rapide, des grandes phases par lesquelles ont passé les connaissances médicales sur la tuberculose.

Une première longue période va d'Hippocrate à Laënnec.

Les observations, et les théories plus encore que les observations, s'accumulent. Faits épars, données multiples, documents incomplets, confus, mal observés, mal racontés, le plus souvent mêlés de superstitions étranges. Nul lien ne rattache ces inutiles travaux. Au milieu de tout ce fatras incohérent, c'est à peine s'il se trouve de loin en loin quelque juste remarque à glaner. En somme, c'est très peu de chose. Dans les galeries poussiéreuses de nos vastes bibliothèques, des observations innombrables sont accumulées, qui dorment d'un vénérable oubli. Ne les réveillons pas. Il n'y a rien de bon à puiser, et ce n'est pas sans quelque mélancolie qu'on voit tout cet immense labeur humain aboutir à un si mince résultat.

En réalité, quoique le mot de tuberculose ait été prononcé par les anatomo-pathologistes du dix-huitième siècle, tout est resté confondu jusqu'à Laënnec. En 1819, Laënnec, précédé de quelques années par Bayle, créa de toutes pièces la nosogra-

phie de la maladie tuberculeuse. Il montra qu'un produit pathologique, de forme spéciale, le tubercule, peut se rencontrer dans tous les organes, dans le poumon, dans le péritoine, dans le cerveau, dans le foie, dans la rate. Cette maladie, que Laënnec décrivit avec précision, c'est la tuberculose, dont il affirma l'unité.

Après Laënnec, séduits par les brillantes conquêtes de l'Anatomie pathologique et des naissantes investigations microscopiques, les médecins se livrèrent à de longues et laborieuses études; mais ces travaux n'apportèrent aucune lumière ni à l'étiologie, ni à la nature, ni au traitement de l'affection tuberculeuse. Il se commit même une erreur singulière. Un grand anatomiste, dont il ne faut prononcer le nom qu'avec respect, — car il a introduit dans la science, qu'il aimait passionnément, des idées nouvelles et fécondes, — Rodolphe Virchow, a fait faire à l'étude de la tuberculose un pas en arrière. Il eut la funeste idée de briser cette unité nosographique que Laënnec avait eu tant de peine à établir, et de supposer deux tuberculoses : la forme caséeuse et la forme tuberculeuse proprement dite.

Pendant longtemps les médecins de tous pays suivirent aveuglément cette erreur de Virchow, encombrant les livres et l'enseignement de distinctions subtiles, absolument erronées, sur cette soi-disant différence entre les deux phthisies. On enseignait des axiomes tels que celui-ci : le plus grand danger pour un phthisique, c'est de devenir tuberculeux, — à moins, il est vrai, que ce ne soit l'inverse. — Bref, méconnaissance complète de la nature de la maladie tuberculeuse. Aussi bien, comme tout à l'heure pour les prédécesseurs de Laënnec, nous sommes forcé de dire que le long effort des successeurs de ce grand médecin, de 1820 à 1865, n'a donné que très peu de résultats notables, et qu'il n'y a aucun profit à tirer de la lecture de tous ces livres, journaux, revues, mémoires, qui se sont entassés pendant un demi-siècle.

Nous arrivons enfin à l'expérimentation. En 1865, date mémorable dans l'histoire de la science médicale, Villemin fit une expérience fondamentale : il établit que la tuberculose était une affection *contagieuse*.

Certes cette contagiosité de la tuberculose avait été soupçonnée depuis longtemps. Mais il y a loin

d'une opinion hypothétique incertaine à une démonstration rigoureuse, de sorte que la gloire d'avoir établi la contagiosité et l'inoculabilité de la tuberculose revient tout entière à Villemin !

Il fit un petit nombre d'expériences, cela est vrai, mais ces expériences étaient tellement précises qu'elles ont, même alors, entraîné la conviction de tous ceux — ils ne furent pas d'abord bien nombreux — qui ont consenti à les examiner sans parti pris.

Villemin inocula à quelques lapins des crachats tuberculeux, et il constata que, peu de temps après, ces animaux inoculés mouraient de tuberculose. C'était la démonstration irréfutable que la tuberculose était contagieuse. « La vérité, dit-il, passionne ceux qui l'aiment, et, quoique nous dussions nous défendre de pareils sentiments, capables de nous égayer dans nos enquêtes scientifiques et de troubler notre jugement, nous n'avons pu réprimer un moment d'enthousiasme quand nous sommes venu annoncer à l'Académie de Médecine... » Hélas ! il fallut en rabattre, et ce grand enthousiasme dut se refroidir devant l'accueil de l'Académie de Médecine. Lorsque Villemin présenta ses expériences, il y eut une levée générale de boucliers contre cette tentative révolutionnaire. Tous les médecins de l'Académie, sans exception, et les médecins les plus illustres de cette époque, Béhier, Pidoux, Piorry, Guéneau de Mussy, Bouillaud, Hardy, etc., tous répondirent à Villemin, pour essayer de le confondre. Ce ne fut pas par des faits, mais par des objections théoriques ! Et quelles objections ! J'ai relu cette longue discussion, qui se prolongea un an, et je dois dire qu'elle n'est guère instructive au point de vue scientifique. En revanche, elle est bien curieuse comme étude psychologique. Elle montre à quel point les idées nouvelles, même les plus élémentaires et les mieux justifiées, ont peine à entrer dans la science classique, et quelles mauvaises raisons on est habile à découvrir pour se refuser à admettre l'évidence.

Prenons, pour mieux en juger, quelques-uns des arguments qui ont été alors opposés à Villemin, arguments présentés, je le répète, non par les premiers venus, mais par des académiciens célèbres.

La première objection est un syllogisme simple et étrange. Si la phtisie était contagieuse, on le saurait depuis longtemps ; or on ne le sait pas, donc elle n'est pas contagieuse.

M. Peter, un des adversaires les plus acharnés de Villemin, comme il le fut de Pasteur, s'écriait, plein d'indignation : « Mais si la phtisie était contagieuse, il n'y aurait plus d'étudiants en médecine, ni de malades, ni d'infirmiers ; il n'y aurait plus personne, et les villes seraient de vastes cimetières ! »

Les discours de M. Pidoux ont occupé, bien inutilement, deux grandes séances de l'Académie. « Vous dites que la phtisie est contagieuse. Hélas ! on reconnaît bien là les idées néfastes de M. Pasteur, qui prétend qu'il y a des germes, et des germes particuliers, pour chaque maladie. Mais alors, si chaque maladie est créée par un germe spécifique, il y aurait donc un vaccin pour chaque maladie : alors tout progrès en Médecine serait arrêté ! »

Voilà, Messieurs, quelles étaient les opinions médicales en 1867, il y a trente-trois ans, voilà ce que pensait l'Académie de Médecine des germes, des virus, des vaccins et de la spontanéité morbide.

Mais la vérité fait son chemin, quelques obstacles qu'on lui oppose, et, quoique Villemin n'ait pas trouvé de défenseurs dans les Académies, les Sociétés savantes et les Cliniques, il en trouva dans les Laboratoires. De toutes parts, les expériences se succédèrent, précises, répétées, pressantes, indiscutables, renversant cette absurde idée d'une spontanéité morbide, si chère aux médecins d'autrefois, et qui semblait être le dogme fondamental de la Médecine classique. On reconnut que le mot de spontanéité morbide n'est qu'une ineptie ; que l'organisme, s'il n'est pas infecté par des parasites, n'est jamais malade. Les travaux de notre immortel Pasteur ont appris au monde que presque toujours, sinon toujours, la maladie, c'est le parasite, et qu'il n'y a pas plus de maladie sans parasite qu'il n'y a de champ de blé sans que des grains de blé aient ensemencé la terre. Voilà ce qui est établi, voilà ce qui est indiscutable, voilà ce que personne ne conteste plus aujourd'hui.

A partir de 1865, tous les travaux de Pathologie expérimentale, quels qu'ils soient, n'ont fait que rendre plus évidente la contagiosité de la tuberculose. Cette contagion, qui était d'abord niée avec tant d'énergie, a été de nouveau démontrée, tout de suite après la découverte de Villemin, par le mémorable travail de M. Chauveau, qui, sur ce point comme sur tant d'autres, fit de fondamentales expériences. Chauveau, en 1868, démontra que, si l'on fait ingérer aux animaux des produits tuberculeux, ces éléments infectieux, malgré l'activité des sucs digestifs, déterminent la tuberculose, et cela fatalement. Sur un lot de quatre génisses, il choisit pour témoin celle qui semblait la plus chétive, et aux trois autres il fit ingérer, par la voie digestive, des tissus tuberculeux. Un mois après, les trois génisses alimentées ainsi mouraient de tuberculose confluyente. Le témoin survivait. Donc la contagiosité de la tuberculose était établie pour l'ingestion stomacale, comme elle l'avait été pour l'inoculation sous-cutanée.

Cependant les non-contagionnistes résistaient

encore : et ce n'est qu'en 1882 que triompha définitivement la vérité. La grande découverte de Robert Koch compléta et fortifia celle de Villemin. Koch découvrit ce que tous les histologistes et les bactériologistes cherchaient en vain depuis longtemps : il trouva le microbe de la tuberculose. Dans un travail admirable, modèle de sagacité technique, il prouva que, toutes les fois qu'apparaissent dans les organes malades des produits tuberculeux véritables, ces produits sont caractérisés par la présence d'un microbe spécifique.

Certes, il est impossible d'établir une comparaison entre les découvertes des savants; et je n'essayerai pas de faire un parallèle entre la découverte de Koch et celle de Villemin. Tout au plus me sera-t-il permis de dire que cette constatation du microbe était prévue, fatale en quelque sorte. Villemin avait établi que la tuberculose était contagieuse; Pasteur avait démontré que pour toutes les maladies contagieuses la cause de la contagion et de la maladie est un microbe. La découverte du microbe de la tuberculose était la conséquence nécessaire de ces deux démonstrations.

Donc Koch découvrit le microbe de la tuberculose. Il indiqua les procédés qu'il faut suivre pour le déceler dans les liquides et dans les tissus morbides. Mais il fit plus encore. De 1885 à 1894, poursuivant, avec une rare persévérance et une habileté technique consommée, ses patientes études, il montra que le microbe tuberculeux, lorsqu'il végète dans un bouillon liquide, abandonne à ce liquide de culture des substances douées de propriétés extraordinaires. Il ne s'agit pas de propriétés thérapeutiques, comme il l'a cru d'abord témérairement, mais plutôt de propriétés inverses, qui consistent à aggraver immédiatement la maladie tuberculeuse. Mais quoique la tuberculine ne guérisse pas, pourtant la découverte de la tuberculine constitue une des plus brillantes conquêtes de la Pathologie expérimentale. Le poison soluble sécrété par le microbe tuberculeux a le pouvoir étrange de déceler, partout où ils se trouvent, des produits tuberculeux. Que l'on injecte de minimes parcelles de tuberculine à un individu tuberculeux, une fièvre intense survient, et cette fièvre prouve que le malade était tuberculeux.

Il est bien évident aujourd'hui que cette tuberculine, sur laquelle on avait fondé très légèrement de trop vastes espérances, n'est pas le remède de la tuberculose. Au contraire, elle l'augmente et l'accélère. Elle n'en a pas moins ce grand avantage de pouvoir révéler, partout où elle se trouve, l'infection tuberculeuse commençante.

Aussi bien la tuberculine est-elle devenue d'un usage général pour permettre de reconnaître quels sont les animaux infectés de tuberculose. Il est

presque impossible, au début de la maladie, de décider par un examen, même approfondi, si tels ou tels animaux sont tuberculeux. Or, si l'on injecte à tous les animaux d'une même étable une petite quantité de tuberculine, les animaux sains ne sont pas atteints et ne réagissent pas à l'injection, tandis que les animaux tuberculeux, même très légèrement et presque imperceptiblement tuberculeux, prennent une fièvre extrêmement vive. Ce sont là des faits qui ont passé dans la médecine vétérinaire usuelle. C'est donc à la fois une découverte scientifique importante et une découverte pratique de premier ordre, que la découverte de la tuberculine.

II

Je ne vous parlerai pas des travaux innombrables des savants qui, après Villemin et Koch, ont étudié la pathogénie de la tuberculose expérimentale; je me contenterai seulement de vous indiquer quelques données fondamentales dues aux recherches des savants qui ont travaillé dans les laboratoires; quelques axiomes, si vous me permettez ce mot un peu ambitieux. Ce seront les conclusions de la science d'aujourd'hui sur la tuberculose, et je pense qu'après cet exposé vous serez tous de mon avis lorsque je vous dirai que la Médecine expérimentale a singulièrement enrichi la Clinique médicale, si pauvre en documents pathogéniques.

Première loi : Il n'y a pas d'animal qui soit réfractaire à la tuberculose. Vraiment non, l'infection tuberculeuse ne compte pas d'exceptions. Tous les animaux peuvent en être atteints, tous peuvent à un moment donné voir leur organisme s'infecter, tous peuvent présenter des nodosités tuberculeuses dans lesquelles végète le bacille de Koch. Si je passais en revue les animaux sujets à contracter la tuberculose, j'aurais tous les animaux de la création à citer : on l'a trouvée chez le lion, chez la girafe, chez le chien, le chat, le rat, la souris, on l'a trouvée chez les oiseaux, les poules, les faisans, les perroquets; on a même pu l'inoculer aux animaux à sang froid, aux poissons et aux grenouilles. On a pu montrer que les vers de terre contiennent des bacilles de Koch en état de vie. Enfin les mouches elles-mêmes peuvent, en se portant d'un point à un autre, disséminer les germes infectieux contenus dans leur organisme. Par conséquent, à ce point de vue, pas d'exception, et la tuberculose est une maladie qui sévit sur toutes les espèces animales.

Avec une gravité, il est vrai, assez différente. Certaines espèces sont atteintes par la tuberculose d'une manière très redoutable, et meurent tout de suite. Le singe, par exemple, est extrêmement sensible à l'injection d'une très petite quan-

tité de culture tuberculeuse; et, une fois inoculé, il meurt en quinze, vingt, trente jours tout au plus. Au contraire, d'autres animaux sont beaucoup plus résistants: par exemple les Solipèdes, comme l'âne, le cheval. Il est vrai qu'ils ne résistent pas indéfiniment, et que, même lorsqu'ils paraissent avoir résisté, à l'autopsie on constate qu'ils ont de la tuberculose dans leurs organes. Le bacille tuberculeux a évolué, mais il a évolué lentement. Et il est intéressant de constater que, si toutes les espèces animales sont sujettes à la tuberculose, elles ont des pouvoirs de résistance très différents.

Deuxième loi: tous les organes peuvent être atteints de tuberculose. Non pas que la tuberculose soit capable d'envahir toutes les cellules de l'organisme; mais, comme tous nos organes, qu'il s'agisse du cerveau, de la rate, du foie, de l'intestin, du poumon, reçoivent des vaisseaux, et que ces vaisseaux sont entourés d'une gaine de tissu conjonctif, le bacille tuberculeux vient se déposer dans le tissu conjonctif de ces différents organes, autour des vaisseaux, pour y déterminer la granulation tuberculeuse. Par conséquent, il peut y avoir des tubercules dans chaque tissu, avec prédominance très marquée, il est vrai, pour le tissu pulmonaire; mais, enfin, il n'est pas d'organe qui échappe à la tuberculose, comme il n'est pas d'espèce animale qui lui soit rebelle.

La troisième loi est très importante au point de vue de la pathogénie et de la prophylaxie de la tuberculose.

Je n'ai pas parlé encore de prophylaxie, et pourtant cette prophylaxie, nous devons la considérer avec plus de respect encore que la thérapeutique de la tuberculose. C'est en elle que nous devons mettre, plus encore que dans la thérapeutique, toutes nos espérances. On peut avoir à la rigueur quelque scepticisme pour le traitement; il n'est pas permis d'en avoir pour la prophylaxie de la tuberculose. Or l'expérimentation nous donne des leçons de prophylaxie qui sont irréprochables.

Ce qui détermine la maladie tuberculeuse, c'est naturellement le bacille de Koch; ce microbe infectieux, qui, pénétrant dans un point quelconque de l'organisme, y va faire un foyer pour de là répandre ses ravages partout. Or le bacille de Koch est très résistant à la dessiccation, et à la chaleur; et, par suite, les crachats tuberculeux, où fourmillent les bacilles infectieux, répandent partout la fatale infection. Malgré la lumière, la dessiccation, la chaleur (dans de certaines limites, bien entendu), ils conservent toute leur virulence. De là, l'immense et terrible danger de ces crachats tuberculeux. Des expériences très nombreuses ont été faites, qui mettent en pleine évidence la force contagieuse des crachats tuberculeux. Desséchés à une température in-

férieure à 50°, et pulvérisés, ils forment une fine poussière, terriblement toxique, qui détermine fatalement une maladie mortelle.

Donc les crachats tuberculeux constituent l'agent principal de contagion et d'infection; donc une conséquence s'impose, si importante qu'il faut toujours l'avoir présente à l'esprit: c'est que le malade tuberculeux est un élément d'infection, et que, par les crachats qu'il répand autour de lui, il répand autour de lui la mort, en contagionnant tous les individus qui l'avoisinent. De cette contagion par les crachats, les exemples abondent, aussi bien dans la Médecine clinique que dans la Médecine expérimentale. Mais la Médecine clinique n'a pu en affirmer la réalité qu'après avoir été guidée par la Médecine expérimentale.

La quatrième loi est une loi de pure Pathologie expérimentale, mais elle montre bien tout ce nous pouvons encore espérer des ressources sans fin d'expérimentation. Les physiologistes italiens ont découvert qu'il existe deux variétés de tuberculose: la tuberculose des Oiseaux et celle des Mammifères. Or la tuberculose des Oiseaux est pour ainsi dire antagoniste de celle des Mammifères; car les espèces animales qui sont très sensibles à la tuberculose aviaire ne sont pas très sensibles à la tuberculose des Mammifères. Ainsi, par exemple, j'ai pu prouver que, si l'on compare la réceptivité du singe à ces deux variétés de tuberculoses, on constate que le singe résiste très longtemps à la tuberculose aviaire, mais qu'il succombe en très peu de temps à la tuberculose des Mammifères.

Par conséquent on peut espérer, — et les belles découvertes de notre époque nous autorisent à cette espérance, — qu'un jour peut-être on trouvera, dans l'atténuation des virus ou des bacilles tuberculeux, certaines formes nouvelles, races spéciales, à virulence atténuée, qui constitueront un vaccin contre la tuberculose.

Évidemment j'aurais encore de bien nombreux faits à vous indiquer sur l'étiologie et la pathogénie de la tuberculose, et je n'ai pu vous donner que les lignes principales. Il faudrait un très long temps pour énumérer tout cet immense effort. Il me suffira seulement, après ce court exposé, de vous faire remarquer quel abîme existe entre la Médecine d'aujourd'hui, qui est la science expérimentale, et la Médecine d'observation, qui était la médecine d'autrefois. La maladie, qui apparaissait jadis comme une divinité malfaisante et inconnue, un être mystérieux et impénétrable, inhérent à l'organisme par je ne sais quelle méchanceté de la Nature ou par quelque défaut de notre organisation, cette maladie, nous pouvons aujourd'hui la déterminer dans sa cause et ses modalités.

Nous savons, de par les immortels travaux de Pasteur, qu'elle dépend d'un parasite.

Et quant à la tuberculose, les deux glorieux élèves de Pasteur, Villemin et Koch, nous en ont démontré la nature. Grâce à eux, le virus de la tuberculose n'est plus un être de raison. C'est un organisme que nous pouvons ensemençer, cultiver, répandre. Nous pouvons étudier les agents qui le rendront plus intense ou plus faible. Il est en notre pouvoir, puisque nous sommes à même de le connaître. Ce n'est plus, comme a dit quelque part Claude Bernard, en parlant des forces vitales, ce n'est plus un de ces Sylvains ou de ces Dryades de la fable, dont on affirmait l'existence sans les avoir jamais rencontrés : c'est un être réel, dont il est permis d'étudier toutes les propriétés.

Et alors nous avons quelque droit de prendre en pitié cette parole sarcastique d'un médecin célèbre, à qui on parlait de la découverte du microbe de la tuberculose : « Bah ! dit-il, ce n'est qu'un microbe de plus ! »

III

J'arrive maintenant à la deuxième partie de cette étude, c'est-à-dire à l'exposé de quelques-unes de mes expériences relatives à la thérapeutique de la tuberculose. De même que tout à l'heure il s'agissait de Médecine expérimentale, il va s'agir ici de Thérapeutique expérimentale, et vous me croirez sans peine si je vous dis que l'avenir de la Thérapeutique repose entièrement, ou presque entièrement, dans l'expérimentation.

La Thérapeutique expérimentale, en effet, présente d'incomparables avantages sur la Thérapeutique clinique.

Nos patients, les animaux sur lesquels nous faisons nos études, sont forcément très dociles : ils n'ont pas les résistances et les fantaisies des malades.

Surtout on peut agir sur eux sans crainte, et essayer les plus périlleuses tentatives.

Il y a un précepte qui dirige, et doit diriger, la conduite de tout médecin : *Primo non nocere*. Mais en Thérapeutique expérimentale cette prudence est tout à fait indifférente. Nous n'avons pas à nous préoccuper de la santé de nos clients. Nous cherchons à faire l'épreuve des actions thérapeutiques les plus imprévues et les plus invraisemblables, et, dans notre recherche, nous avons le droit de porter la témérité à ses dernières limites ; témérité que les médecins doivent souvent nous envier, car ils n'ont jamais le droit, par curiosité scientifique, de compromettre la vie de leurs malades, tandis que nous, dans nos essais, nous avons le devoir de tout oser pour connaître le traitement le plus efficace de telle ou telle maladie.

Il est vrai qu'à cette extrême audace nous devons joindre une grande sévérité dans nos conclusions, et procéder avec une rigueur irréprochable dans nos expériences. Si bien que je vous proposerais de formuler ainsi les deux règles essentielles de la Thérapeutique expérimentale : audace dans l'hypothèse, et rigueur dans l'expérimentation.

La Thérapeutique expérimentale a encore un autre grand avantage sur la Clinique ; c'est qu'elle peut procéder sur des sujets exactement comparables. Quand nous inoculons une maladie, nous la donnons le même jour, à la même heure, à même dose, à même virulence, et nous l'inoculons à des animaux de même taille, de même âge, de même alimentation. Nous plaçons tous nos sujets infectés dans des conditions rigoureusement identiques, et tout est comparable. Il n'en va pas ainsi en Clinique. Quand le médecin est appelé à soigner un malade, il n'en trouve que bien rarement un autre qui soit exactement dans les mêmes conditions. Le virus n'est pas identique ; et on sait que la virulence des bacilles est très variable. La porte d'entrée n'est pas la même, ce qui crée peut-être des différences notables dans la virulence. Certains malades arrivent avec des lésions pulmonaires déjà avancées : chez d'autres, la maladie n'est qu'à son début. Il s'agit tantôt d'enfants, tantôt d'hommes très âgés. Les uns sont dans la misère, les autres ont tous les secours que peut apporter le luxe. Il en est qui se soignent avec persévérance et régularité ; d'autres, au contraire, ne peuvent s'astreindre à un traitement méthodique. Bref, sur nos animaux tout est homologue ; chez les malades toute comparaison est difficile, incertaine, et parfois impossible.

Ajoutons ceci : c'est qu'il faut attendre parfois de longs mois, voire même de longues années, pour qu'une comparaison puisse s'établir entre des malades, tandis que nous, si nous avons quelque incertitude dans nos conclusions, comme nous pouvons à notre gré renouveler l'expérience, nous n'avons qu'à la recommencer pour faire cesser nos doutes. Le matériel vivant, chiens, cobayes, lapins, ne nous fera pas défaut, et nous n'avons qu'à inoculer la maladie pour avoir autant de malades qu'il nous sera nécessaire.

IV

Revenons à la tuberculose, et à sa thérapeutique.

Voici par quelle série de considérations je me suis trouvé amené à étudier, en physiologiste, le traitement de la tuberculose.

Et tout d'abord, je vous demande pardon si je viens vous parler de moi ; c'est à dire de mes expériences et de celles de mon fidèle collaborateur

Héricourt. Mais cela est nécessaire dans le sujet qui nous occupe ici, car nous avons pu réaliser quelques progrès dans la thérapeutique expérimentale de cette redoutable maladie.

En 1888, j'ai pu prouver que la transfusion péritonéale de sang appartenant à un animal vacciné contre une maladie, protège l'animal transfusé contre cette maladie. Si l'on inocule des chiens avec un staphylocoque, et si le chien guérit, le sang de ce chien guéri vaccine les lapins contre ce même staphylocoque; tandis que les lapins non transfusés meurent toujours.

C'était là le principe de la sérothérapie, ou plutôt de l'hématothérapie, d'où est dérivée la sérothérapie.

Ainsi il avait été par nous établi que le sang des animaux, soit réfractaires à une infection, soit vaccinés contre cette infection, protège plus ou moins contre l'infection. Nous avons alors cherché sur quelle maladie commune devait être essayé le premier traitement sérothérapique, et longtemps nous avons discuté la question de savoir si nous devions agir sur le charbon, sur la diphtérie, ou sur la tuberculose. Or, par suite de différentes raisons, malheureusement pour notre perspicacité, nous n'avons choisi ni la diphtérie, ni le charbon, mais la tuberculose. Aussi bien, à partir de 1888, laissant la diphtérie, qui devait donner de si beaux résultats à Behring et à Roux, avons-nous étudié la sérothérapie de la tuberculose; et très malheureusement cette sérothérapie de la tuberculose ne nous donna que des résultats médiocres, encourageants parfois, mais en somme ne donnant que des encouragements. Oui, il faut bien le reconnaître, malgré nos persévérants efforts pendant six ans, nous n'avons pas pu obtenir mieux qu'une légère amélioration, et une médiocre prolongation de la vie chez les animaux tuberculeux.

Si la durée de la vie chez le chien tuberculeux est de 45 à 50 jours en moyenne, le chien qui a été sérothérisé de différentes manières vit un peu plus longtemps: 60 à 70 jours. C'est une différence assurément, mais presque négligeable.

Chez l'homme tuberculeux, le traitement sérothérapique, que nous avons été les premiers à appliquer, en janvier 1890, un an avant la découverte de Behring, n'a pas donné de résultats plus éclatants. Aussi, abandonnant, non sans regrets, la sérothérapie de la tuberculose, avons-nous cherché d'autres moyens thérapeutiques.

Nous avons essayé les substances les plus différentes, et je vous fais grâce de ces essais: ils représentent vraiment un assez long labeur, car le nombre de chiens et de lapins que nous avons inoculés ou traités s'élève actuellement à plus d'un millier, ce qui est bien loin, comme l'a dit quelque

part Behring en un jour de mauvaise humeur, de constituer des *spéculations théoriques sur la philosophie des Sciences naturelles*.

Tous les médicaments que nous avons employés, plomb, acide urique, thallium, arsenic, cacodylate de soude, iode, glycérine, térébenthine, ammoniac, nous ont donné des améliorations, mais rien de plus. Nous étions donc bien près d'être découragés, lorsque, il y a deux ans, nous avons découvert un procédé thérapeutique efficace, par hasard pour ainsi dire.

Ce fut peut-être un hasard heureux, mais vous reconnaîtrez, je crois, que les hasards heureux ne sont que pour ceux qui cherchent. Eh bien! ce hasard heureux nous a enfin servi, si bien qu'aujourd'hui nous disposons contre la tuberculose d'un agent thérapeutique qui est toujours, sans exception, d'une absolue efficacité.

Parmi les nombreux chiens que j'avais un jour inoculés de la tuberculose, il en resta un sans emploi, à qui, par curiosité, sans grande confiance d'ailleurs, je voulus donner de la viande crue comme alimentation. J'avoue qu'à ce moment je ne pensais vraiment pas à en faire une expérience méthodique. Voilà pourquoi je fus un peu surpris, lorsque, trois ou quatre mois après, alors que tous les autres chiens inoculés étaient morts, je constatai que ce chien, nourri à la viande crue, non seulement vivait toujours, mais encore qu'il était en parfaite santé.

Cependant, Messieurs, sachez-le bien, lorsqu'on est mis en présence d'un résultat auquel on ne s'attendait pas, tout se passe comme si l'on avait un voile devant les yeux. Les idées préconçues empêchent de distinguer la vérité, même lorsqu'elle est éclatante. Je crus à un hasard, à un accident, à une inoculation imparfaite, à une idio-synerasie de ce chien resté indemne: toutes raisons détestables, qui cependant trouvèrent moyen de me satisfaire, de sorte que cette expérience, qui aurait dû me paraître très frappante, n'a pas excité mon attention. Elle a longtemps passé comme inaperçue devant moi; car je ne voulais pas la voir, et il a fallu attendre un an pour me décider à faire quelque attention à cette étonnante immunité du chien nourri à la viande.

L'expérience était positive; mais je n'y croyais pas.

Pourtant j'eus l'idée très simple de la recommencer sur deux autres chiens. Six mois après, ces deux chiens, nourris à la viande crue, étaient en parfait état de santé, alors que tous les témoins étaient morts.

Cette fois, je refis des expériences nouvelles, plus positives, mieux disposées, et portant sur un plus grand nombre d'animaux. Alors enfin le fait

apparat en pleine évidence : les chiens nourris avec de la viande crue résistent à la tuberculose, et ils résistent indéfiniment. Ils ne meurent jamais, alors que les chiens autrement nourris meurent toujours.

Je vais vous présenter ici quelques-uns des tableaux indiquant le fait.

Ces tableaux sont des graphiques, où sont indiqués les poids jour par jour. Sur la ligne des *x* sont les jours; sur la ligne des *y* le poids en proportions centésimales. En effet, le meilleur moyen de savoir quel est l'état de santé

d'un animal, c'est de déterminer son poids. Nous n'avons guère d'autre procédé exact pour savoir si un animal se porte bien ou mal. S'il dépérit, il maigrit; et s'il ne maigrit pas, s'il engraisse,

45 jours, chiffre qui représente la durée moyenne de la maladie tuberculeuse expérimentale du chien, l'animal a perdu 30 % de son poids. Voyez

ce chien, inoculé il y a vingt-cinq jours seulement, et nourri avec de la viande cuite : il est étique, affaibli; on voit se dessiner ses côtes : les tissus musculaires sont atrophiés; tout le tissu adipeux de son organisme a disparu. Dans quelques jours ce pauvre animal va mourir épuisé, comme meurent les malheureux phthisiques humains, c'est-à-dire dans un état de dégradation

physiologique extrême et d'émaciation complète.

Par conséquent, en suivant jour par jour les poids des animaux en expérience, et en les transcrivant sur une courbe graphique, on peut

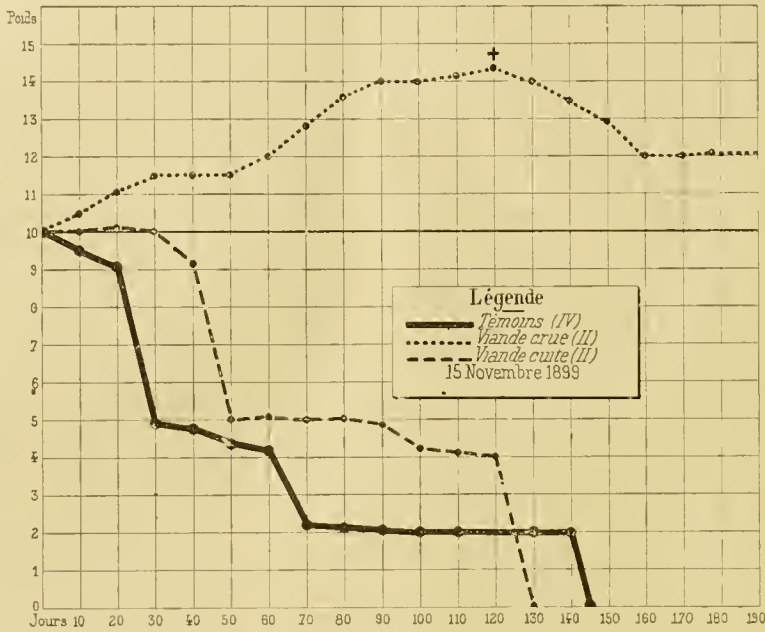


Fig. 1. — Comparaison de la viande cuite et de la viande crue.

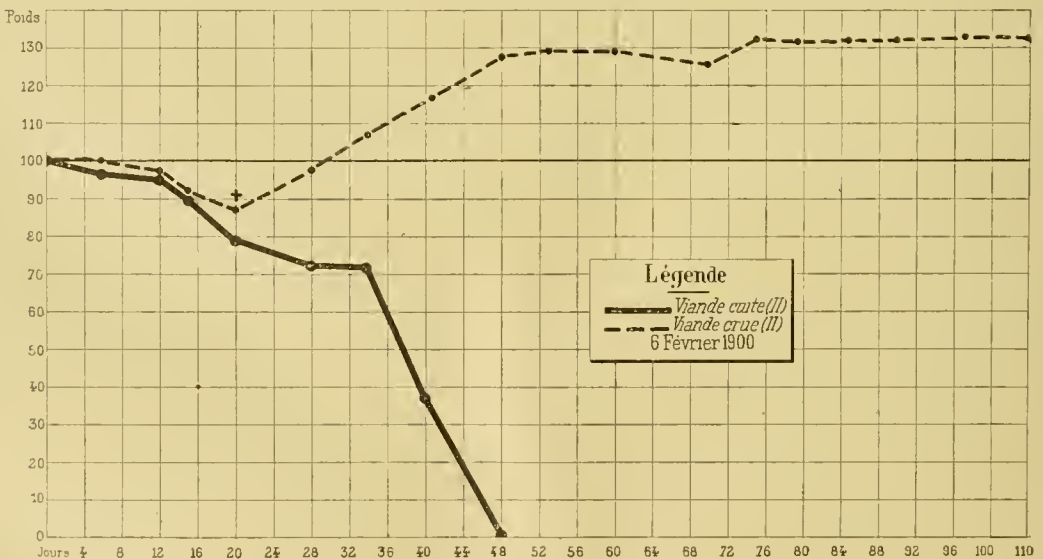


Fig. 2. — Comparaison des effets de la viande cuite et de la viande crue.

si son poids augmente, c'est qu'il triomphe de la maladie.

Chez les chiens tuberculeux, si la maladie suit son cours normal, à partir du jour de l'inoculation, le poids baisse régulièrement, si bien qu'au bout de

apprécier l'état de santé des animaux opérés.

Il est évident que, si le graphique se rapporte à plusieurs chiens, les poids des chiens qui sont morts tombent à zéro, de sorte que la courbe graphique des poids représente à la fois le poids des

chiens vivants, et la mortalité des chiens qui ont succombé. Soient trois chiens, dont les poids sont rapportés à 100; si l'un d'eux meurt, et que les deux chiens vivants pèsent 90 et 90, le poids total des trois chiens peut être indiqué par $\frac{180}{3}$, soit par 60.

Cela posé, voici quelques graphiques dont je vais vous donner l'explication résumée.

Le premier (fig. 1) porte sur huit chiens. Les quatre chiens témoins sont morts rapidement, sauf un, qui a survécu 145 jours : deux chiens nourris à la viande cuite sont morts assez rapidement aussi; tandis qu'au 150^e jour, — et l'expérience a continué beaucoup plus longtemps, — les quatre chiens nourris à la viande crue étaient tous les quatre très bien portants. Au 120^e jour ils avaient augmenté en moyenne de 40 %, ce qui est une augmentation énorme, et si, à partir du 120^e jour, leur poids s'est mis à diminuer légèrement, c'est qu'à ce moment l'alimentation carnée a été supprimée.

Le graphique suivant (fig. 2) n'est pas moins démonstratif: chez quatre chiens inoculés, on donne l'alimentation ordinaire jusqu'au 20^e jour. Au 20^e jour, ils sont

tous les quatre assez affaiblis et malades; je laisse le hasard décider quels sont les deux qu'il faudra alimenter à la viande crue, quels sont les deux à nourrir avec la viande cuite. Et vous voyez le résultat de l'expérience. Au 48^e jour les deux chiens nourris à la viande cuite étaient morts, tandis que les deux chiens nourris à la viande crue avaient augmenté de 30 %.

Cette expérience date du 6 février 1900. Un an après, au 6 février 1901, les deux chiens nourris à la viande crue étaient vivants et bien portants, ayant une augmentation de 40 % par rapport à leur poids primitif. L'un d'eux a été sacrifié: il n'avait presque plus de tuberculose dans le poumon, mais seulement des nodules fibreux en voie de cicatrisation, traces d'une tuberculose guérie.

L'autre chien, je vous le montre ici. Vous voyez comme il est gai, agile, gras, bien portant; je ne crains pas de dire qu'il est dans un état triomphant de santé.

Le graphique suivant (fig. 3), vous indique en-

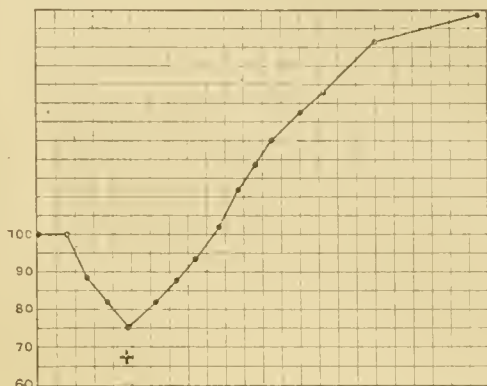


Fig. 1. — Courbe des poids d'Azalée. En + alimentation carnée.

core la même expérience (26 décembre 1899). En outre, dans ce cas, l'alimentation carnée a été donnée *in extremis*; et le détail des poids d'un des chiens, détail qui est reproduit sur la figure 4, est particuliè-

rement intéressant; car il montre avec une netteté parfaite que le relèvement du poids de l'animal coïncide exactement avec le moment de l'alimentation carnée (en +). Ce chien, qui pesait 12 kilos au moment de l'inoculation, était presque mourant au 25^e jour, le 20 janvier, et ne pesait plus que 9 kilos. Alors il est nourri à la viande crue, et le résultat est extraordinaire,

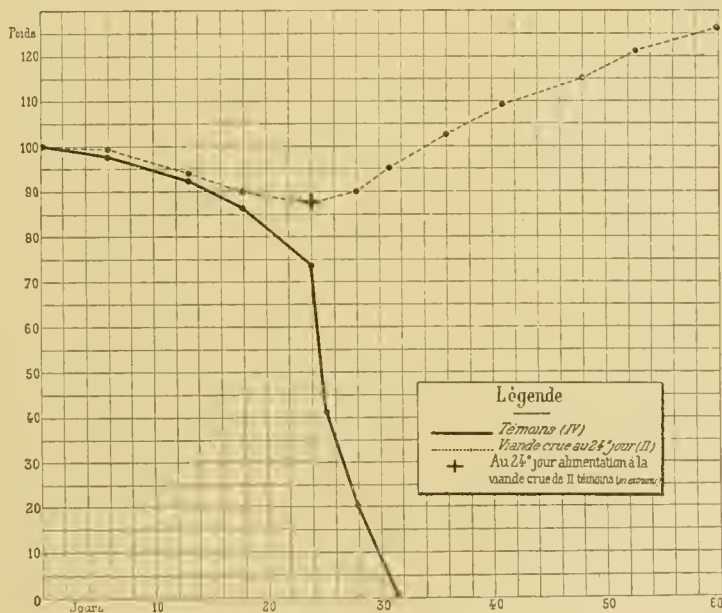


Fig. 3. — Alimentation carnée in extremis.

car le 24 avril il pesait 19 kilos, et sa santé était florissante. Il a été sacrifié le 6 février 1901, un an et deux mois après l'inoculation, et ses poumons, examinés par M. Letulle, paraissaient absolument indemnes de tuberculose?

Voici enfin un autre graphique (fig. 5) très instructif; car il porte sur quatorze chiens. Dix témoins; quatre autres nourris à la viande crue. Au

100 jour les dix témoins étaient morts, tandis que les quatre animaux nourris au jus de viande et à la viande crue étaient en pleine santé. N'est-il pas vrai qu'il serait absurde de supposer dans cette différence radicale un effet du hasard?

Sachez bien aussi qu'il s'agit là d'un fait général, facile à obtenir par d'autres expérimentateurs que moi, et à la portée de tous les physiologistes. Voici un chien tuberculisé il y a huit mois par M. Chantemesse, et nourri à la viande crue. Vous pouvez constater qu'il se trouve, ainsi que l'autre chien présenté tout à l'heure, dans un état de santé excellent. Le témoin est pourtant mort deux mois après l'inoculation, dans un état misérable.

Ce qui rend cette expérience particulièrement

à son régime normal, à son état de nature. Donc, on ne peut pas appliquer à l'homme omnivore ce qui s'applique au chien carnivore. Mais M. Bouchard s'est chargé de répondre à cette objection, et de répondre d'une manière typique, en faisant remarquer que le problème consiste alors à transformer l'homme en un animal carnivore. Vraiment ce n'est pas bien difficile : il suffit de nourrir l'homme avec de la viande crue.

La deuxième objection, très fréquemment présentée aussi, c'est qu'il s'agissait là d'une suralimentation. A la vérité, ce n'est pas tout à fait une objection, c'est une explication ; car les faits sont tout aussi incontestables avec l'hypothèse d'une suralimentation, qu'avec une autre hypothèse. Et

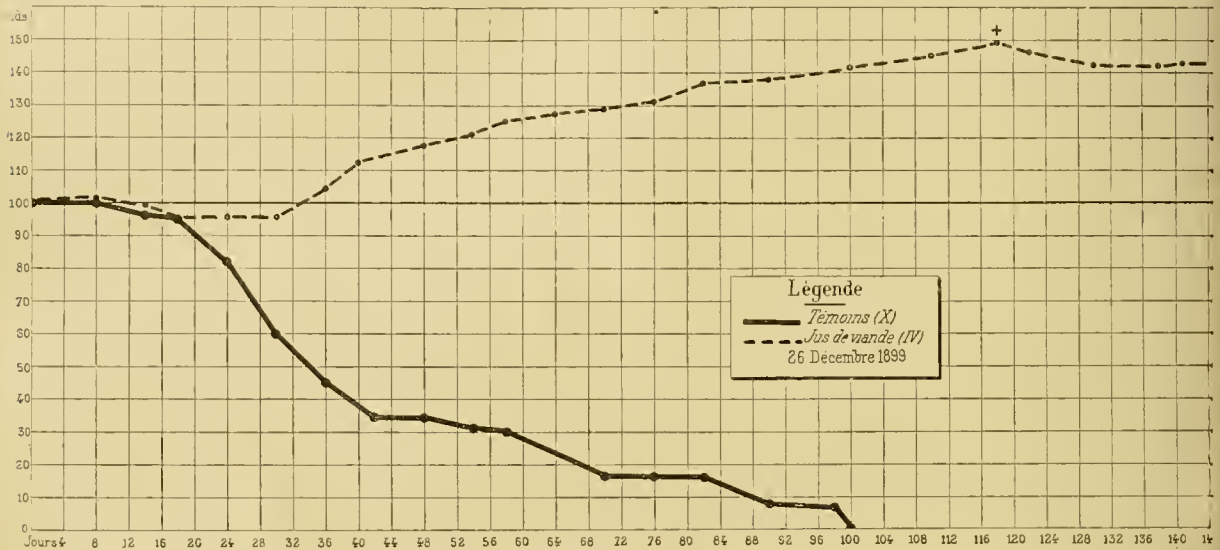


Fig. 5. — Autre expérience ayant porté sur quatorze chiens, dont quatre nourris à la viande crue.

instructive, c'est que M. Chantemesse, doutant, — comme c'était son droit. — des résultats que j'avais indiqués à l'Académie de Médecine et à la Société de Biologie, a voulu les contrôler par lui-même ; et alors il a tuberculisé le même jour deux chiens de poids égal, et il les a nourris l'un à la viande crue, l'autre à la viande cuite, en leur donnant exactement la même quantité de viande. Vous voyez le résultat de cette très précise expérience. C'est la confirmation éclatante de ce que j'avais annoncé.

V

Naturellement, messieurs, de nombreuses objections m'ont été faites. La première, la plus commune, ne m'a pas appris une chose tout à fait inconnue. On m'a averti que le chien était un animal carnivore, ce dont je me doutais un peu, et que, par conséquent, le chien étant carnivore, si on lui donne de la viande crue, on le fait revenir

il n'y a que les faits qui importent. Pourtant, je ne crois pas qu'on puisse expliquer par la suralimentation la guérison de la tuberculose avec la viande crue. En effet, en calculant très exactement le nombre de calories des aliments donnés à mes animaux, et en les alimentant avec le nombre de calories *minimum* qui suffise à leur existence, j'ai vu qu'ils résistaient très bien. Lorsqu'on donne à des chiens tuberculisés de petites quantités, et des quantités tout juste suffisantes, de viande crue, ces chiens en semi-inanition se portent beaucoup mieux que les chiens qu'on hyperalimente soit par de la viande cuite, soit par des quantités considérables de féculents, soit par toute autre ration alimentaire surabondante.

Enfin, et c'est un procédé de discussion auquel on a toujours recours en désespoir de cause, on m'a objecté que c'était là un procédé de traitement très banal, et que tous les médecins le connaissaient depuis longtemps. Je n'insiste pas sur cette ques-

tion de priorité, puisqu'on n'a pas trouvé encore dans les traités de Médecine ou de Thérapeutique quelque document à l'appui.

En tout cas, l'application de cette thérapeutique à l'homme comporte une assez grave difficulté. On ne peut espérer qu'un homme, et surtout un malade, va pouvoir ingérer la quantité considérable de viande crue qui est nécessaire. En effet, la quantité de viande qu'il faut donner aux chiens pour les préserver de la tuberculose est vraiment très forte. Si l'on donne à des chiens des quantités au-dessous de 10 grammes de viande par kilogramme de poids, ils meurent; il faut donc leur donner au moins 10 ou 15 grammes par kilo, pour qu'ils résistent à la maladie.

Or, 12 grammes par kilo, cela représente la dose très forte de 750 grammes pour un homme; et on ne peut guère espérer que des malades humains pourront tous les jours ingérer 750 grammes de viande crue. C'est une difficulté, Messieurs; ce n'est pas une objection: c'est au médecin à appliquer à ses malades les données de la Thérapeutique expérimentale; or ces données sont

positives, irréfutables. Ce n'est pas à nous d'en trouver le *modus faciendi*. Le physiologiste qui travaille dans son laboratoire *in anima vili* n'a pas à se préoccuper des méthodes suivant lesquelles le médecin appliquera ses données *in anima nobili*.

Heureusement, d'ailleurs, il y a un moyen de tourner la difficulté; j'ai montré que dans la viande il y a deux éléments qu'on peut facilement séparer. Si l'on soumet de la viande fraîche à une très forte pression, on obtient un liquide, qui s'écoule; liquide qu'on peut appeler *sérum* musculaire. La chair musculaire, après la mort, se coagule à peu près comme se coagule le sang, et donne un caillot et un sérum. La presse exprime du caillot musculaire ou de la fibrine musculaire un sérum qui s'écoule. Vous voyez ici ce sérum musculaire: c'est ce qu'on appelle communément le jus de viande crue ($\xi\delta\mu\omicron\varsigma$, en grec, d'où le nom de *zomothérapie* que j'ai donné à ce

traitement spécial). Or j'ai pu démontrer que le sérum musculaire contient tous les éléments thérapeutiques actifs contre la tuberculose; car si, d'une part, on nourrit des animaux avec de la viande lavée, c'est-à-dire de la viande dont on a enlevé la partie soluble, et d'autre part d'autres animaux avec du jus de viande, ce sont les chiens nourris avec le jus de viande qui résistent, tandis que les chiens nourris avec la fibrine musculaire lavée ne résistent pas (fig. 6). Par conséquent, au lieu de donner de la viande crue, il suffit de donner le sérum musculaire, qui contient les éléments thérapeutiques de la viande.

Qu'un malade ne puisse pas prendre 750 grammes

de viande crue, par dégoût, par inappétence, ou pour toute autre cause, il pourra toujours boire du jus de viande, qui contient les éléments thérapeutiques de la viande crue. En masquant par des essences quelconques, ou par des condiments, ou par du bouillon ordinaire, très concentré, l'odeur peu agréable du jus de viande, on en fait une boisson très acceptable, qu'il est facile, même pour un malade,

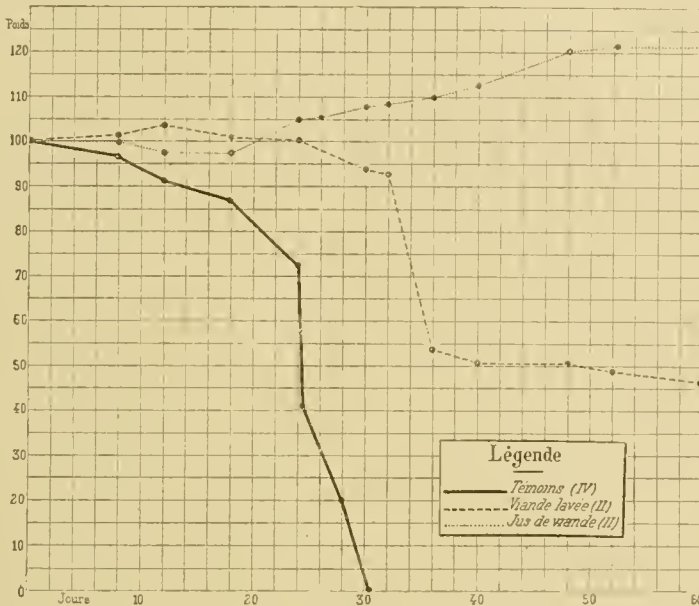


Fig. 6. — Effets comparatifs de la viande lavée et du sérum.

d'avalier en grande quantité.

De nombreux essais, variés de plusieurs manières, nous ont montré qu'il faut à peu près 2 kilos de viande pour faire 750 grammes de sérum musculaire, et que ces 750 grammes sont nécessaires, par jour, pour le traitement d'un homme adulte (en rapportant les quantités reconnues comme nécessaires pour le chien aux quantités nécessaires pour l'homme).

Certes, c'est là une assez lourde dépense, et la fabrication de ces 750 grammes de sérum est fort délicate, et assez longue. Mais, si le médecin veut guérir son malade, et si le malade veut guérir, ces difficultés sont sans grande importance, et peuvent être vaincues.

Pour ma part, je ne doute pas que l'industrie y arrivera bientôt sans peine, et que le prix de revient de ce produit précieux pourra être notablement abaissé.

VI

Quels sont les éléments actifs du jus de viande et quel est le mécanisme de son action antituberculeuse, il m'est malheureusement impossible de vous le dire. D'ailleurs, après avoir exposé les faits, qui sont positifs, il est assez pénible d'avoir recours aux hypothèses, extrêmement fragiles toujours. Pourtant, ne fût-ce que comme moyen mnémotechnique, qu'il me soit permis, en terminant, de faire une hypothèse sur l'action du sérum musculaire.

Supposons que les éléments nerveux sont, à un moment donné, imprégnés par le poison que sécrète le bacille tuberculeux : cette intoxication sera la cause immédiate de la mort. En effet, si l'individu ou l'animal tuberculeux meurent, c'est par suite d'une intoxication lente, d'une déchéance organique graduelle, déchéance due à ce que peu à peu le système nerveux se trouve imprégné, intoxiqué par un poison, le poison redoutable que fabrique le bacille tuberculeux. Une tuberculine quelconque, inconnue encore, va porter son action délétère sur le système nerveux. Or, comme le système nerveux commande tous les phénomènes chimiques de l'organisme, une fois que le système nerveux est atteint, tout le chimisme de l'être est en souffrance. Il n'y a plus de nutrition satisfaisante, parce que le système nerveux, qui préside au trophisme de toutes les cellules vivantes, est profondément lésé. Son intoxication amène de graves troubles de nutrition dans toutes les cellules de l'organisme.

Si le sérum musculaire empêche la déchéance du système nerveux, c'est probablement par une sorte de substitution nutritive. Admettons que dans le jus de viande se trouvent certaines substances qui viennent se fixer sur les cellules nerveuses. Une fois que ces cellules se trouvent imprégnées par ces substances, elles ne peuvent plus absorber le poison tuberculeux, et alors celui-ci circule dans l'organisme sans pouvoir offenser les cellules nerveuses, parce que ces cellules, saturées par d'autres substances, sont réfractaires à l'imprégnation, l'imbibition par le poison tuberculeux. C'est à peu près ce qui se passe avec un écheveau de soie coloré, qui, une fois coloré, ne peut plus fixer une nouvelle matière colorante. Si, au contraire, cet écheveau était blanc, il prendrait toute la matière colorante du bain où on l'a plongé ; mais, une fois qu'il est teint, il a fixé une couleur, et il n'en prend plus d'autre. De même les cellules nerveuses, une fois qu'elles se sont imbibées des substances contenues dans le suc musculaire, ne peuvent plus s'imbibir de tuberculine. Alors, peu à peu, l'organisme se débarrasse de la tuberculine par les émonctoires naturels : et la maladie, au

lieu de s'acheminer à une terminaison fatale, marche régulièrement vers la guérison.

VII

Mais peu importe la théorie. Les faits sont là ; ils sont éclatants, incontestés, incontestables. Que deviendront-ils entre les mains des cliniciens ? Je l'ignore ; mais je suis bien convaincu qu'ils comportent une application à la thérapeutique humaine. Ce serait, d'ailleurs, une entreprise inepte que d'essayer de mettre en conflit l'expérimentation et la clinique. Ceux qui croient qu'elles se contredisent, ceux-là, je tiens à le proclamer bien haut, n'ont rien compris ni à la clinique, ni à l'expérimentation. L'accord est nécessaire, et, s'il y a désaccord, c'est que l'interprétation est erronée dans l'une ou l'autre science, voire même dans les deux sciences à la fois.

Si l'expérimentateur peut arriver à de plus brillants et plus sûrs résultats que le clinicien, il serait très injuste d'accuser ce dernier. Lorsqu'un physiologiste cherche la vérité dans son laboratoire, il a de bien autres soucis que le médecin, qui cherche avant toutes choses à guérir son malade. La médecine hippocratique, la médecine d'observation, a un devoir beaucoup plus précis que le nôtre : un devoir auquel elle ne doit pas faillir, auquel elle n'a jamais failli. Il s'agit non pas de faire des théories, d'expliquer des phénomènes, de chercher la vérité, de découvrir des faits nouveaux ; il s'agit de toute autre chose. Voici un malade qui souffre : il faut le soulager. Voici un individu qui va mourir : il faut éviter sa mort, ou prolonger sa vie.

Nous, les physiologistes, les expérimentateurs, nous avons une autre mission que celle de calmer la souffrance ou de prolonger l'existence d'un malade : nous avons la mission de connaître une parcelle de la vérité des choses, et d'aller en avant. Nous songeons non aux malades actuels, mais aux malades futurs, dont la science apaisera les souffrances. A chacun son rôle. Les uns ont à faire progresser la science, les autres ont la très noble tâche de soulager les douleurs humaines ; et il faut que l'accord se fasse entre ceux qui vont au delà des doctrines reçues, cherchant hardiment la vérité dans des voies nouvelles, et ceux qui, mettant en pratique les anciens préceptes de l'art médical classique, appliquent prudemment les données scientifiques au traitement de leurs malades.

Mais les uns et les autres doivent avoir à la fois le même double idéal ; le culte de la vérité, qui est seule belle et désirable, et l'amour des hommes, nos frères, dont les misères doivent nous émouvoir.

Charles Richet.

Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris.
Membre de l'Académie de Médecine.

LES DISCUSSIONS RÉCENTES

SUR LA THÉORIE DES MACHINES A VAPEUR

Lorsqu'on suit les discussions qui se sont produites récemment au sujet des théories des machines à vapeur, on ne peut qu'être frappé de l'incertitude qui s'attache encore à la plupart des questions soulevées. Et ce n'est pas seulement dans des polémiques, c'est dans des ouvrages de longue haleine et ayant un caractère purement didactique, que l'on constate des divergences profondes entre les opinions émises par les différents auteurs.

Il y a plus d'un quart de siècle que la plupart des questions actuellement débattues furent soulevées par les remarquables expériences auxquelles se livra Hirn sur sa machine de Logelbach, avec la collaboration d'une pléiade de savants, parmi lesquels il faut citer M. Dwelshauvers-Dery, l'éminent professeur de l'Université de Liège.

Mais on peut remonter plus haut encore et constater que les questions qui alimentent les discussions actuelles puisent leur origine à une époque bien plus ancienne, et datent du jour où Watt, en créant la machine rotative à tiroir et à condensation extérieure, eut la géniale inspiration de la munir de l'enveloppe de vapeur.

Les phénomènes dont l'interprétation donne lieu aujourd'hui à d'ardentes polémiques sont ceux sur lesquels Watt fut amené à émettre son opinion. Et cela n'a rien de surprenant, si l'on songe que la machine à vapeur n'a pas varié dans son essence, et est aujourd'hui ce qu'elle était en 1765.

Que l'on considère, à côté de la machine rotative à balancier conçue par Watt, une machine rotative à balancier construite dans ces dernières années : on sera frappé de l'extrême similitude qui existe entre ces deux machines. Que l'on compare même à la machine de Watt une machine moderne à directrices, on retrouvera la filiation immédiate qui relie entre elles ces deux machines, la seconde ne différant essentiellement de la première que par la suppression du balancier.

Il existe assurément des machines à vapeur qui, non seulement au point de vue de leur aspect général, mais encore au point de vue du principe de leur fonctionnement, s'écartent complètement de la machine primitive de Watt — telles les diverses turbines à vapeur dont la construction est arrivée à un remarquable degré de perfection. D'autre part, une foule de dispositions d'une haute utilité ont été imaginées depuis l'invention de Watt. Mais la machine de Watt n'en reste pas moins debout : mise en présence de nos machines modernes, elle ne

choque pas et n'étonne pas. Et s'il en est ainsi, si son aspect même ne paraît pas étrange, c'est que ses organes essentiels, c'est que le principe de son fonctionnement, trouve encore leur application dans la plupart de nos machines actuelles.

Le cylindre en fonte, à l'intérieur duquel circule un piston pressé alternativement dans les deux sens par la vapeur venant de la chaudière ; la tige qui traverse l'un des couvercles du cylindre, et qui, étant reliée au piston, est animée avec lui d'un mouvement de va-et-vient ; la bielle qui, articulée à la tige par une de ses extrémités, reliée par son autre extrémité à un bouton de manivelle, transforme le mouvement de va-et-vient de la tige en un mouvement circulaire : l'arbre qui, recevant l'action motrice de la bielle par l'intermédiaire de la manivelle, subit un mouvement de rotation continu, et transmet à d'autres mécanismes le travail de la machine ; le volant qui, monté sur l'arbre, agit par sa masse pour maintenir l'uniformité de la vitesse : tels sont les organes essentiels que l'on rencontre dans la plupart de nos machines à vapeur actuelles, et qui se retrouvent tous dans la machine à balancier de Watt, celle-ci possédant en outre le balancier, oscillant sur son axe horizontal et relié d'une part à la tige du piston, d'autre part à la bielle.

Quant aux dispositions adoptées par Watt dans la construction du cylindre ; quant à l'emploi de deux lumières d'admission, permettant l'entrée et la sortie successives de la vapeur sur les deux faces du piston ; quant à la façon dont ces lumières sont mises alternativement en communication avec la conduite d'amenée de vapeur et avec la conduite d'échappement, et ce par le jeu d'un tiroir unique qui les recouvre et les découvre successivement ; quant à la commande de ce tiroir, mis en mouvement par une barre d'excentrique actionnée elle-même par l'arbre, tout cela se retrouve, sans modifications dignes d'être notées, dans un nombre considérable de machines actuelles.

En ce qui concerne les machines à balancier, l'organe par lequel le balancier est relié à la tige du piston est aujourd'hui encore le parallélogramme de Watt, et n'a subi aucune modification depuis qu'il est sorti des mains de l'inventeur.

On sait que Watt imagina en outre le régulateur à force centrifuge, qui est mis en mouvement par la machine, et qui, au fur et à mesure qu'il tourne plus rapidement, agit par l'intermédiaire d'un système de tringles pour diminuer de plus en plus

l'introduction de vapeur dans le cylindre. Depuis, on a inventé un très grand nombre de régulateurs dérivant de celui de Watt et fondés comme lui sur l'utilisation de la force centrifuge ; on a inventé un très grand nombre de mécanismes destinés à régler l'introduction de vapeur sous la commande du régulateur. Mais, chose remarquable, le régulateur de Watt subsiste à côté de ses dérivés ; le mécanisme imaginé par Watt subsiste à côté des autres mécanismes qui ont pris naissance ultérieurement. Et parmi les machines les plus perfectionnées et les plus économiques, il en est qui sont munies du régulateur de Watt sans que celui-ci ait subi la moindre modification.

Lorsque les circonstances le permettent, le rendement de la machine se trouve augmenté par l'emploi de la *condensation* : la vapeur, au lieu de s'échapper à l'air libre, se rend du cylindre au condenseur, récipient dans lequel un jet d'eau la refroidit énergiquement et en produit par conséquent la condensation à basse pression. Or, non seulement le principe de la condensation réalisée hors du cylindre est dû à Watt, mais, en outre, son condenseur est encore employé aujourd'hui : de nombreux types de condenseurs ont été imaginés, mais ils ne sont pas parvenus à supplanter le type primitif imaginé par Watt.

En résumé, la machine à vapeur actuelle se trouve encore marquée de la forte empreinte de Watt. Certes, il existe certains types de machines sans cylindre qui s'écartent complètement des conceptions de Watt, même de la conception qu'il eut d'une machine à rotation directe. D'autre part, des innovations importantes ont été apportées aux machines à cylindres, telle la multiple expansion, tels de nombreux systèmes de distribution. Grâce à ces innovations, grâce surtout aux progrès énormes qu'a réalisés la construction mécanique, qui se trouvait, au milieu du XVIII^e siècle, dans un état tout à fait rudimentaire, le rendement de la machine à vapeur s'est amélioré dans une mesure considérable.

Mais il n'en est pas moins vrai que les machines de notre époque, malgré la gigantesque contribution d'un nombre incalculable de théoriciens, d'expérimentateurs, de constructeurs, s'écartent moins de celle de Watt que celle-ci ne s'écartait des premiers tâtonnements de Papin et de Newcomen.

L'esprit humain aurait-il été frappé de stérilité dans le domaine spécial qui nous occupe ? Nullement, mais l'œuvre d'un seul homme a été tellement prodigieuse qu'elle a presque atteint du premier coup la perfection.

Si, dans une autre planète, il existe des êtres constitués à peu près comme nous, si, en outre, il existe dans cette planète une région pour laquelle

les conditions générales de l'industrie ont été à peu près les mêmes que dans l'Europe occidentale au milieu du XVIII^e siècle, il est probable qu'il aura fallu de multiples générations d'inventeurs pour faire de la machine à vapeur ce que Watt est parvenu à en faire à lui seul, grâce aux ressources de son merveilleux génie.

I

Ce qu'il y a peut-être de plus prodigieux dans la création de Watt, c'est l'enveloppe de vapeur, dont l'emploi se rattache à cette question des échanges qui a donné lieu, dans ces dernières années, à des polémiques si vives et parfois si passionnées : Watt avait compris que le travail de la machine est affecté d'une perte notable due à ce que la vapeur chaude, pénétrant dans le cylindre, abandonne de la chaleur aux parois, et à ce qu'ensuite la vapeur, s'étant refroidie, reprend, en s'échappant du cylindre, la chaleur qu'elle y a déposée à son entrée. Il y a, de ce chef, une dépense de chaleur supplémentaire, venant s'ajouter à la chaleur directement utilisée à la production du travail.

Watt avait compris, en outre, que cette perte serait réduite dans une forte mesure par l'emploi de l'enveloppe de vapeur, espace annulaire ménagé autour du cylindre proprement dit et rempli de vapeur chaude, de façon à maintenir les parois à une haute température.

Or, si Watt avait imaginé l'emploi de l'enveloppe, s'il en avait compris l'efficacité, si l'expérience a surabondamment démontré que l'enveloppe constitue, en effet, l'un des moyens les plus puissants d'améliorer le rendement de la machine, il est remarquable qu'aujourd'hui encore les hommes techniques ne sont pas parvenus à se mettre entièrement d'accord sur l'explication à donner de ce fait incontesté : l'utilité de l'enveloppe.

La question est tellement controversée, les idées émises au sujet de l'enveloppe sont tellement divergentes, qu'on a pu écrire en 1900 dans la *Revue de Mécanique* que « le rôle exact des enveloppes de vapeur n'a jamais été expliqué jusqu'ici d'une façon satisfaisante ». Sans vouloir discuter ici le bien fondé de cette déclaration, et rechercher si, parmi les opinions émises au sujet des enveloppes, il n'en est pas qui soient satisfaisantes, nous nous bornons à constater que l'unanimité des hommes compétents n'est pas acquise à une explication déterminée, et que les controverses continuent à se produire sur une question ouverte depuis plus de cent trente-cinq ans.

Et, pourtant, nous possédons aujourd'hui une gigantesque accumulation de matériaux qui faisaient totalement défaut à Watt au moment où,

par un phénomène de divination vraiment surprenant, il comprit l'utilité que devait avoir l'enveloppe. Nous possédons notamment les immortelles expériences de Regnault sur les propriétés de la vapeur. Nous possédons les travaux de Carnot sur la théorie générale des moteurs thermiques. Or, l'œuvre des deux savants français, œuvre qui a servi de fondement à tant d'autres travaux destinés à nous éclairer et à nous guider dans nos raisonnements, cette œuvre n'était pas encore venue au jour lorsque l'inventeur anglais créa la machine à vapeur.

Les expériences de Hirn et de ses collaborateurs

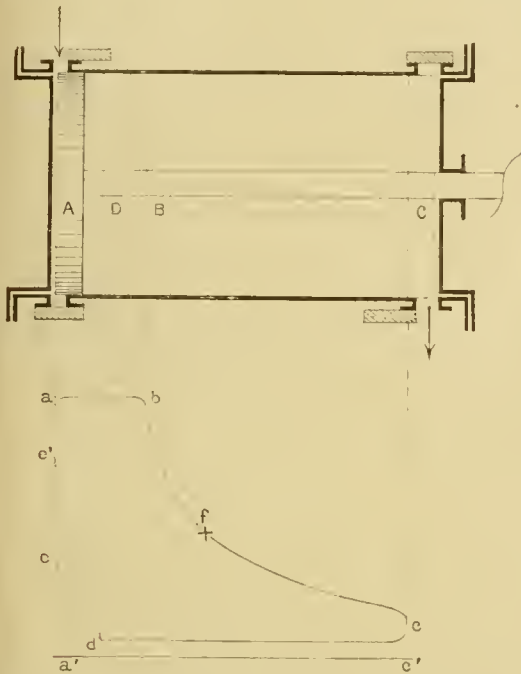


Fig. 1. — Courbe de travail du piston dans un cylindre donnée par l'indicateur de Watt.

eurent pour but principal de déterminer ces échanges de chaleur, dont déjà se préoccupait Watt, et auquel il appliqua le remède de l'enveloppe.

L'instrument dont se servirent les expérimentateurs alsaciens (comme on désigne généralement les collaborateurs de Hirn) fut l'indicateur de Watt. Cet appareil n'avait été employé jusqu'alors que pour se rendre compte des différentes phases du fonctionnement de la vapeur et pour mesurer le travail développé à l'intérieur du cylindre.

On sait que l'indicateur est un instrument monté sur le cylindre à l'effet de réaliser le tracé automatique du diagramme *abcdeu* (fig. 1), dont les ordonnées (hauteurs mesurées à partir d'une horizontale *a'e'*) représentent les pressions exercées sur une des faces du piston, tandis que les *abscisses* (distances horizontales mesurées à partir de la verticale *ae*) représentent les chemins parcourus par

le piston. Le cylindre, représenté schématiquement dans la figure, possède quatre lumières, qui sont alternativement ouvertes et fermées par des distributeurs; la lumière supérieure de gauche commande l'admission sur la face gauche du piston, et la lumière inférieure de gauche commande l'échappement sur cette même face.

Pendant que le piston passe de la position initiale A à la position B, il y a admission, la lumière d'admission de gauche étant ouverte, et la lumière d'échappement de gauche étant fermée, ainsi que l'indique la figure. La pression, sensiblement constante, développée sur le piston, est représentée par la ligne *ab* du diagramme.

A partir de la position B du piston, les deux lumières de gauche sont fermées, et la vapeur introduite dans le cylindre se détend en perdant de la pression suivant la courbe *bc*. Pendant la course arrière de C en D, c'est la lumière d'échappement de gauche qui s'ouvre pour permettre à la vapeur de s'échapper en exerçant sur le piston une pression résistante représentée par la ligne *cd* du diagramme. A partir de la position D du piston, les deux lumières sont de nouveau fermées, de telle façon que la petite quantité de vapeur qui reste dans le cylindre se trouve refoulée dans l'espace mort en se comprimant suivant la courbe *de*. C'est cette courbe *abcdeu* que trace automatiquement l'indicateur.

On sait que cet appareil est formé d'un petit cylindre en cuivre sur lequel est montée une feuille de papier, et qui, commandé par une ficelle, subit autour de son axe un mouvement de va-et-vient en rapport avec le mouvement de va-et-vient du piston dans le cylindre à vapeur. D'autre part, la pointe d'un crayon est continuellement en contact avec le papier porté par le petit cylindre. Si ce crayon restait entièrement immobile, il tracerait un trait horizontal sur le papier par suite du mouvement de va-et-vient de celui-ci. Mais le crayon est lui-même actionné par un petit piston qui est en communication avec le cylindre à vapeur, et qui, étant soumis en outre à l'action d'un ressort antagoniste, s'élève plus ou moins selon que la pression de la vapeur est plus ou moins forte. Le crayon occupe donc sur le papier des niveaux variables, pendant que le papier se déplace horizontalement sous le crayon: par suite de ces deux déplacements simultanés, déplacements horizontaux (*abscisses*) et déplacements verticaux (*ordonnées*), on obtient le tracé du diagramme.

La surface comprise à l'intérieur de ce diagramme fait connaître la quantité de travail développée par la vapeur sur le piston moteur. Il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer que le travail s'évalue en multipliant par le déplacement l'effort

exercé dans le sens de ce déplacement. En effet, si par exemple un cheval tire un véhicule dans des conditions bien déterminées, il est évident qu'en parcourant un espace deux fois plus grand, il aura accompli un travail deux fois plus grand. Si, d'autre part, par le serrage des freins, on oblige ce cheval à développer, sur un même trajet, un effort deux fois plus grand, il est non moins évident que le travail aura encore doublé. On voit donc bien que les deux facteurs qui constituent le travail sont d'une part le trajet, d'autre part l'effort accompli dans le sens de ce trajet.

Or, d'après ce qui a été dit plus haut, les abscisses du diagramme sont proportionnelles au trajet parcouru par le piston. Les ordonnées du diagramme sont proportionnelles à l'effort accompli par la vapeur sur le piston. Si la pression de la vapeur était constante pendant la course motrice, et était encore constante pendant la course résistante, le diagramme serait évidemment formé d'un rectangle dont la surface (produit de l'abscisse totale par la différence des deux ordonnées à l'aller et au retour) serait proportionnelle au travail, produit de la course du piston par la différence des deux efforts (efforts moteur à l'aller et effort résistant au retour).

Mais si la pression, au lieu d'être constante pendant toute une course simple du piston, prenait des valeurs successives, qui toutefois resteraient constantes pendant certaines parties de la course, il est évident que le diagramme, au lieu de constituer un rectangle unique, serait formé d'une série de rectangles accolés. Et chacun de ces rectangles aurait encore une surface proportionnelle au travail correspondant. La surface totale serait donc proportionnelle au travail total.

Et si, enfin, la pression varie continuellement, la surface interceptée à l'intérieur de la courbe pourra être considérée comme formée d'une infinité de rectangles élémentaires, chacun de ces rectangles étant proportionnel au travail élémentaire correspondant. Cette surface est donc proportionnelle au travail total.

Watt s'était borné, et pendant plus d'un siècle on s'était borné comme lui, à demander à l'indicateur la mesure du travail développé. Les Alsaciens allèrent plus loin et s'attachèrent à dégager du diagramme d'indicateur la mesure des quantités de chaleur échangées entre la vapeur et les parois du cylindre.

Ils se fondèrent à cet effet sur les considérations suivantes : Lorsqu'un poids déterminé de vapeur est à une pression donnée, on peut, au moyen des tables, en calculer le volume, à la condition toutefois de connaître la quantité d'eau qui y est mélangée si cette vapeur est sursaturée, ou de connaître le

degré de surchauffe si elle est surchauffée. Réciproquement si, connaissant et la pression et le poids de la vapeur, on connaît en outre le volume occupé par cette vapeur, on peut calculer, suivant les cas, le titre (proportion de vapeur sèche) ou le degré de surchauffe.

Or, si l'on remarque que, dans la courbe de détente du diagramme d'indicateur, un point tel que *f* fait connaître en même temps le volume occupé par la vapeur à l'intérieur du cylindre, et la pression correspondant à ce volume ; si l'on remarque que, pour une machine marchant avec une grande régularité, on peut, en mesurant pendant une période de plusieurs heures la quantité d'eau nécessaire pour maintenir le niveau de la chaudière, en déduire la quantité de vapeur dépensée à chaque coup de piston, on se trouve posséder, en tous points de la détente, ces trois éléments : poids, pression et volume, dont il sera possible de déduire le titre de la vapeur, ou éventuellement son degré de surchauffe.

Mais il y a plus : l'état de la vapeur étant bien connu, on peut déterminer par les tables la quantité de chaleur qu'elle possède. Et, connaissant cette quantité de chaleur dans une série de positions successives du piston, on peut en déduire les quantités de chaleur qu'elle aura abandonnées aux parois ou reçues de celles-ci.

II

Voilà donc le résultat extrêmement séduisant auquel ont tout au moins tendu les efforts des Alsaciens : ce simple diagramme d'indicateur ne se bornerait plus à faire connaître la quantité de travail effectué. Il se transformerait en un procès-verbal graphique des échanges, en une sorte de livre de comptabilité renseignant sur les entrées et les sorties de chaleur à mettre au crédit et au débit du métal d'une part, du fluide d'autre part.

Mais, immédiatement, surgissent de nombreuses objections qui permettent de révoquer en doute l'efficacité de la méthode alsacienne et qui montrent en même temps à quel point des expériences faites sur une machine à vapeur sont plus difficiles à effectuer et à interpréter que ne le sont des expériences de laboratoire.

La méthode alsacienne est fondée sur la connaissance de la quantité de vapeur enfermée dans le cylindre pendant la période de détente. Or, cette connaissance, est-il possible de la posséder exactement ? Le poids de fluide à évaluer n'est-il pas en effet modifié d'un instant à l'autre par l'action des fuites ? D'autre part, il importe de remarquer que le fluide qui évolue à l'intérieur du cylindre pendant la détente ne comprend pas exclusivement celui

qui est envoyé de la chaudière à chaque coup de piston, mais comprend en outre la vapeur de compression, refoulée dans l'espace mort à la fin de la course du piston. Cette vapeur, en connaît-on exactement le poids? En d'autres termes, sait-on si, au début de la compression, elle est sèche, ou si, au contraire, le fluide enfermé dans le cylindre est en partie liquide, ce qui peut en augmenter le poids dans des proportions énormes? D'autre part, lorsqu'à un moment quelconque du fonctionnement de la vapeur dans le cylindre, une certaine quantité d'eau tapisse les parois, est-on assuré que cette eau se trouve exactement à la même température que la vapeur, et que, de ce chef, l'évaluation de la chaleur possédée par le fluide ne soit pas entachée d'une grande indétermination? D'autre part encore, si la vapeur a été surchauffée avant d'entrer dans le cylindre, est-on assuré qu'elle restera dans un état d'homogénéité complète en perdant sa surchauffe, et que toutes ses parties passeront simultanément par le point de saturation? Ou bien, au contraire, les parties les plus voisines du métal ne seront-elles pas arrivées à se sursaturer alors que d'autres parties seraient encore à l'état de surchauffe, chose qui jetterait la plus grande indétermination sur l'évaluation de la chaleur possédée. Enfin, objection d'un tout autre ordre, le diagramme même de l'indicateur est-il suffisamment exact, la proportionnalité entre ses abscisses et les chemins parcourus par le piston, entre ses ordonnées et les efforts développés sur le piston, est-elle suffisamment complète pour que, abstraction faite de toutes les autres objections, il soit possible d'en tirer des conclusions quelque peu certaines quant aux quantités de chaleur possédées par la vapeur pendant les phases successives de son travail?

Telles sont les principales questions soulevées par les expériences alsaciennes. Après avoir donné lieu à une retentissante discussion entre Hirn et Zeuner en 1882, et après avoir fait couler des flots d'encre pendant les dix-huit années qui suivirent, ces questions n'ont point encore reçu de solution définitive : les avis sont aujourd'hui encore absolument partagés, et certains ingénieurs continuent à appliquer la méthode alsacienne, alors que d'autres la déclarent entièrement dépourvue de pertinence, tout au moins en ce qui concerne la mesure des échanges.

On sait, en effet, que les expériences alsaciennes ne se bornent pas à la détermination des quantités de chaleur échangées : elles ont pour but, en outre, de vérifier l'équivalence entre l'énergie qui entre dans le cylindre sous forme de chaleur accompagnant la vapeur d'admission, et l'énergie qui en sort sous forme de travail transmis par la tige du piston, et sous forme de chaleur emportée

par la vapeur d'échappement, et rayonnant à travers les parois.

En ce qui concerne l'affectation de l'indicateur à la mesure des échanges, notre intention n'est nullement d'exposer ici quelle est notre opinion et de nous efforcer de la justifier : nous voulons nous borner à montrer combien les questions relatives au travail de la vapeur sont loin d'avoir reçu une solution définitive. Nous nous contenterons toutefois de signaler un fait, sans le commenter. Dans sa très remarquable « Nouvelle méthode pour représenter l'échange de chaleur entre le métal et la vapeur » (Mulhouse, 1888), M. Dwelshauvers-Dery établit des *diagrammes des échanges*, diagrammes qu'il superpose aux diagrammes d'indicateur, et qui fournissent la représentation graphique des échanges tels qu'ils sont censés s'être produits, en vertu de la théorie alsacienne. Or, sur huit diagrammes, correspondant à huit essais effectués par Hallauer en 1873 et 1875, diagrammes qui ne font que reproduire fidèlement les conclusions que Hallauer avait tirées lui-même de ses essais, il y en a sept qui montrent la vapeur absorbant de la chaleur au début de la détente, lorsqu'elle est encore relativement chaude, et rendant de la chaleur aux parois à la fin de la détente, lorsqu'elle est relativement froide. Nous nous contentons d'exposer le fait, laissant au lecteur le soin d'en tirer argument pour ou contre le système alsacien.

L'un des points qui, à la suite des expériences alsaciennes, donnèrent lieu aux controverses les plus vives, réside dans l'existence ou la non-existence d'une certaine quantité d'eau à l'intérieur du cylindre au début de la compression. Les Alsaciens avaient fait tous leurs calculs en admettant la siccité de la vapeur à l'instant considéré. Dans la polémique publiée en 1882 par la *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, Zeuner objecta que l'hypothèse de la siccité de la vapeur était gratuite, que, eu égard à la possibilité de l'existence d'une certaine quantité d'eau dans le cylindre, le poids total de fluide était entièrement indéterminé, et que, de ce chef, planait une incertitude complète sur la grandeur des échanges accomplis entre le fluide et le métal. Hirn et Hallauer ripostèrent en maintenant la légitimité de l'hypothèse, et en soutenant qu'il était impossible que l'eau qui tapisse les parois au début de l'échappement ne fût pas vaporisée intégralement et très rapidement, étant en communication avec de la vapeur à basse pression.

Il est incontestable, en effet, que si l'eau et la vapeur se trouvent l'une et l'autre à la température de 100° à la fin de la détente, et si, par suite de l'ouverture de la lumière d'échappement, la pression de la vapeur tombe à un dixième d'atmosphère, et

sa température à 46°2, l'eau ne pourra pas rester à 100° dans un milieu dont la pression est inférieure à une atmosphère. La vaporisation prendra dès lors un caractère explosif, absolument analogue à celui qui se présente lorsque l'eau d'une chaudière, portée par exemple à 150 degrés, se trouve ramenée brusquement à la pression atmosphérique par suite d'une rupture des tôles. Dans l'un et l'autre cas, il se produit une vaporisation extrêmement énergique et extrêmement rapide, due à la brusque rupture d'équilibre entre la pression de l'eau et la pression ambiante. Mais, dans l'un et l'autre cas, ce n'est qu'une très petite partie de la masse d'eau qui prend part à cette explosion, et la chaleur qu'elle absorbe par ce fait ramène la masse liquide restante à la température de saturation correspondant à la pression ambiante. De même que la plus grande partie de l'eau d'une chaudière qui fait explosion reste à l'état liquide, de même la plus grande partie des gouttelettes qui tapissent les parois au début de l'échappement restent aussi à l'état liquide, et ne se vaporisent ensuite que graduellement, en vertu de la chaleur abandonnée d'une façon continue par les parois.

Dans ces conditions, l'eau doit-elle avoir entièrement disparu avant la fin de l'échappement, ou peut-il en rester une certaine quantité au début de la compression? Telle est la question essentielle qui alimenta la discussion entre Zeuner et l'École alsacienne, question controversable assurément et à laquelle aucune donnée expérimentale antérieure ne pouvait apporter une solution certaine.

Zeuner ne se borna pas à invoquer contre le système alsacien la *possibilité* de l'existence d'une certaine quantité d'eau au début de la compression : il se fonda sur les expériences mêmes des Alsaciens, et sur les diagrammes d'indicateur qu'ils avaient publiés, pour affirmer la réalité de cette existence. En effet, plusieurs des diagrammes relevés comportent une courbe de compression *d e* (fig. 1) qui s'écarte énormément de la courbe de compression *adiabatique*¹, telle qu'elle se serait produite pour de la vapeur primitivement sèche, dans la situation représentée par le point *d*. La courbe de compression réelle *d e* montre que les volumes successifs de la vapeur sont beaucoup plus petits qu'ils ne devraient être si elle se comprimait adiabatiquement suivant une courbe telle que *d e*. La réduction des volumes implique une condensation énergique : la vapeur s'est donc trouvée en présence d'une substance qui lui a pris de la chaleur, et cette substance, c'est l'eau *stagnante*, comme on l'a appelée depuis, l'eau qui règne en permanence dans le cylindre.

¹ On sait qu'une transformation adiabatique est celle pour laquelle le fluide qui se transforme ne reçoit ni ne perd de chaleur.

III

L'argument de Zeuner n'a pas paru péremptoire aux partisans du système alsacien : la substance qui, dès le commencement de la compression, a pu absorber la chaleur de la vapeur, ce n'est pas l'eau stagnante, c'est le métal même des parois : l'existence de l'eau stagnante n'est donc pas prouvée. Et ici se greffe, sur la question de l'eau stagnante, une question qui, à son tour, a donné lieu aux controverses les plus vives. Pour que le métal ait pu, dès le début de la compression, refroidir énergiquement la vapeur, il faut que sa température ait été inférieure à celle qu'a prise la vapeur *aussitôt qu'elle a commencé à se comprimer* : il faut donc qu'il y ait eu, pendant l'échappement, une égalité complète entre la température des parois et celle de la vapeur.

Voilà donc la question qui se pose : la température des parois suit-elle exactement celle de la vapeur, ou bien oscille-t-elle entre des limites plus rapprochées?

Les remarquables recherches de M. Bryan Donkin sont venues apporter aux questions controversées des éléments expérimentaux de la plus haute valeur, mais n'ont pas mis fin à la discussion. Le savant expérimentateur a pratiqué des logements dans l'épaisseur de la paroi des cylindres, et y a installé des thermomètres. Mais quelque intéressantes que pussent être les indications fournies par ce procédé d'investigation, elles ne pouvaient évidemment pas faire connaître la température à la surface même des parois.

En ce qui concerne la question de l'eau stagnante, le « *revealer* » de M. Donkin est de nature à élucider cette question d'une façon beaucoup plus certaine : cet appareil est formé d'un petit récipient cylindrique en verre, contenant un noyau en fonte, et mis en communication permanente avec l'un des fonds du cylindre. Le *revealer*, qui n'est autre chose qu'un prolongement de l'espace mort, contient à chaque instant de la vapeur à la même pression que celle du cylindre. Il suffit d'inspecter le *revealer* pour voir l'eau se déposer en gouttelettes pendant la période d'admission, et pour voir ces gouttelettes se réduire de plus en plus pendant la période d'échappement. Or, dans certains cas, les gouttelettes se réduisent au point de disparaître. Dans d'autre cas, elles ne disparaissent pas toutes, et certaines d'entre elles subsistent en permanence dans le *revealer*, en affectant des dimensions variables. Il semblerait donc que la question fût définitivement tranchée par l'ingénieuse expérimentation due à M. Donkin : puisqu'il y a quelquefois dans le *revealer* de l'eau stagnante en quantité suffisante pour être parfaitement visible, il y en a

aussi quelquefois dans le cylindre. Telle est, du moins, la conclusion très catégorique formulée par certains auteurs. Mais à cela d'autres répondent que, malgré la communication permanente entre le revealer et le cylindre, les conditions dans lesquelles se trouve la vapeur ne sont pas identiques dans l'un et l'autre milieu, et que, dès lors, ce que l'on voit s'accomplir dans le revealer n'a pas un caractère probant au sujet de ce qui s'accomplit dans le cylindre. D'autre part, on objecte que les phénomènes dont on a une perception très nette dans le revealer, ce sont les condensations et vaporisations effectuées *sur le verre*, mais que l'on se rend compte d'une façon beaucoup moins certaine des phénomènes qui s'accomplissent sur la surface du noyau en fonte, celle-ci n'apparaissant que derrière le rideau formé par les gouttelettes déposées sur le verre. Or, c'est le noyau en fonte qui doit évidemment donner l'image la plus fidèle des phénomènes intéressant les parois du cylindre à vapeur.

En résumé, la question n'est pas expérimentalement élucidée, ou, du moins, certains auteurs soutiennent qu'elle ne l'est pas.

Des hommes techniques, observant que le revealer montre ce qui se passe à côté du cylindre, et non dans le cylindre, ont proposé de lever la difficulté en construisant le cylindre lui-même en verre. Mais, à supposer que cette idée fût réalisable, elle ne ferait pas faire un pas à la question, et soulèverait des objections au moins aussi fondées que celles qui ont été formulées contre le revealer : lorsqu'on aurait vu les phénomènes qui se produisent dans un cylindre en verre, on ne pourrait en tirer aucune conclusion certaine quant aux phénomènes qui se produisent dans un cylindre en fonte.

IV

Le revealer fournit d'autre part, et sous réserve des objections qui lui sont faites, des indications précieuses sur d'autres points controversés, notamment sur la forme qu'affecte l'eau déposée sur les parois : antérieurement aux expériences de M. Donkin, l'eau affectait, suivant certains auteurs, la forme d'une couche continue, suivant d'autres, la forme de gouttelettes. Le Dr Kirsch, dans son mémoire sur la transmission de la chaleur à travers les parois des cylindres¹, s'exprime ainsi : « On ne pourrait guère révoquer en doute que tout changement de température de la vapeur se communique pour ainsi dire instantanément à une couche d'eau en contact avec elle, tandis qu'en ce

qui concerne la transmission plus éloignée à une paroi métallique, il est douteux que l'on puisse aussi raisonner sur une égalité instantanée de température. »

D'autre part, M. Dwelshauvers-Dery, dans sa remarquable « Etude calorimétrique de la machine à vapeur », dit, au contraire, que l'échange s'effectue entre les parois et l'eau « attachée en gouttelettes de rosée sur la face du métal » (p. 75). Or, le revealer nous montre, conformément au système de M. Dwelshauvers-Dery, l'eau déposée sur les parois en gouttelettes, et non en couche.

Cette question de la forme affectée par l'eau a une importance beaucoup plus grande qu'il ne semble à première vue, car à cette question se rattache celle du rôle que l'eau joue au point de vue des échanges de chaleur : selon que l'eau se dépose en gouttelettes ou en couche sur les parois, il faut la considérer comme un véhicule favorisant la transmission de la chaleur, ou comme un obstacle dressé entre la vapeur et le métal, et venant, selon l'expression du Professeur Cotterill¹, mettre *obstruction* au passage de la chaleur.

En effet, si l'eau, au lieu de créer un obstacle au passage de la chaleur communiquée par la vapeur au métal, agit au contraire pour faciliter ce passage, on comprend que toute particule liquide déposée sur la paroi appellera d'autres particules liquides, puisqu'elle favorisera la transmission de la chaleur et par conséquent la condensation de la vapeur ambiante. En conséquence, les gouttelettes primitives formeront des centres de condensation et s'accroîtront graduellement. Si, au contraire, l'eau constitue un obstacle au passage de la chaleur, ce sera sur les parties sèches de la paroi que la vapeur sera le plus fortement sollicitée à se condenser, et partout où la paroi sera déjà mouillée, la condensation se ralentira. Les gouttelettes primitivement déposées formeront des centres d'*obstruction* et non des centres de *transmission*, et, dès lors, la condensation s'uniformisera sur toute la surface, puisqu'elle aura une tendance à se produire le plus énergiquement sur les points où elle ne se sera pas encore produite.

On voit par là l'importance que présente la question de la forme affectée par l'eau déposée sur les parois : l'eau est-elle un véhicule ou un obstacle ? Si elle est un véhicule, favorisant des échanges qui sont essentiellement nuisibles, il y a lieu de réaliser la siccité la plus grande possible à l'intérieur du cylindre. Si, au contraire, elle forme un obstacle, la même conclusion ne s'impose plus. Or, selon que l'on adopte l'un ou l'autre système, l'explication

¹ Die Bewegung der Wärme in den Cylinderwandungen der Dampfmaschine, Leipzig, 1886, p. 21.

¹ The steam engine considered as a thermodynamic machine, Londres, 1890, p. 291.

de l'utilité de l'enveloppe de vapeur présente des difficultés plus ou moins grandes : le rôle incontestable de l'enveloppe est, en portant les parois d'une façon permanente à une température relativement élevée, de diminuer les condensations et de rendre en conséquence les surfaces plus sèches. Mais un autre effet non moins incontestable de l'enveloppe, c'est de mettre la vapeur d'échappement en contact avec des parois plus chaudes, ce qui, abstraction faite de la question de siccité plus ou moins grande des parois, doit augmenter la chaleur versée en pure perte dans la vapeur d'échappement. L'enveloppe produit donc pendant la période d'échappement un effet qui par lui-même est essentiellement nuisible ; mais si cet effet est compensé par l'influence de la siccité plus grande du métal, le rôle de l'enveloppe ne s'en justifie pas moins très facilement : pendant l'admission, la chaleur versée par la vapeur se trouve réduite parce que les parois sont plus chaudes, et parce qu'elles sont plus sèches. Pendant l'échappement, la chaleur versée par les parois dans la vapeur se trouve réduite également parce que les parois sont plus sèches, *et qu'elles soient plus chaudes.*

Le rôle de l'enveloppe est donc facile à justifier si l'on admet que l'eau est un véhicule favorisant les échanges. Il n'en est pas de même dans l'hypothèse contraire.

On voit par là que les expériences de M. Donkin apportent leur contribution à la solution d'un problème qui se trouve posé depuis le jour où Watt a imaginé l'enveloppe de vapeur.

Mais ces expériences résolvent-elles la question ? Oui, d'après les uns. Non, d'après les autres, en vertu de cette remarque que le revealier n'indique pas d'une façon certaine ce qui se passe à l'intérieur du cylindre. Ici encore les avis restent partagés.

V

Une autre question, celle de la conductibilité extérieure du fluide et du métal, vient se greffer sur la question des échanges. Le coefficient de conductibilité extérieure, comme l'appelait Fourier, ou, si l'on préfère, le coefficient de transmission entre le fluide et le métal, a donné lieu aux appréciations les plus diverses et les plus contradictoires : les Alsaciens paraissent avoir admis un coefficient de transmission égal à l'infini, puisque tous leurs raisonnements supposent une égalité complète réalisée à chaque instant entre les températures de la vapeur, de l'eau et des parois. Le Professeur Cotterill se rallie explicitement à ce système d'une conductibilité infinie, tout en admettant pourtant que, lorsqu'il y a une couche d'eau interposée entre la vapeur et le métal, il peut y avoir une différence

notable entre la température de la vapeur et celle du métal : cette différence résulte de la faible conductibilité interne de l'eau interposée. « Toutefois, ajoute l'auteur (p. 291 de l'ouvrage cité plus haut), une telle expression ne doit pas signifier qu'il y ait une différence finie de température entre les particules du fluide et les particules du métal en contact immédiat. Il est probable qu'aucune discontinuité semblable ne se produit dans la Nature... »

D'après cette opinion, il y a, en l'absence de toute couche d'eau interposée, égalité complète de température entre les parois et la vapeur immédiatement voisine. Or, dans le cas où la vapeur est saturée et verse de la chaleur dans le métal, il est impossible que les molécules les plus voisines du métal descendent au-dessous de la température de la masse fluide. Il en résulte qu'il y a égalité de température entre cette masse et la surface des parois, et qu'il y a transmission de chaleur sous une différence de température absolument nulle, ce qui suppose un coefficient de transmission égal à l'infini.

A cette phrase de M. Cotterill : « Il est probable qu'aucune discontinuité semblable ne se produit dans la Nature », on peut objecter que la discontinuité existe sans contestation possible dans l'espèce : les molécules voisines ne sont pas en contact immédiat. Elles évoluent à des distances très petites les unes des autres, mais à des distances finies ; pourquoi, dès lors, les mouvements thermiques de deux molécules voisines, l'une fluide, l'autre solide, ne pourraient-ils pas présenter entre eux des différences finies, tout aussi bien que les mouvements cosmiques de deux planètes voisines ?

Nous exposons cette objection sans en discuter la valeur, et uniquement pour montrer à quel point toutes les questions relatives au fonctionnement de la vapeur dans les cylindres sont controversées et controversables. Nous nous bornons à ajouter que la théorie de l'égalité des températures est battue en brèche par des considérations qu'il serait trop long de développer ici et qui concernent la conductibilité intérieure du métal. Mais ces considérations, absolument probantes selon les uns, sont sans valeur selon les autres.

L'égalité de température entre la vapeur et les parois, la possibilité d'un échange de chaleur sans qu'il y ait aucune différence finie entre les températures des molécules voisines, voilà ce qui implique une conductibilité extérieure infinie. Telle est donc la conclusion à laquelle aboutissent les opinions de certains auteurs. Il en est d'autres qui admettent pour le coefficient de transmission une valeur finie. Mais les appréciations varient encore d'une façon extrême sur la grandeur de ce coefficient : l'une des valeurs les plus considéra-

bles qui aient été proposées dans des discussions récentes est de 40 calories par seconde, par mètre carré et par degré, soit de 144.000 calories par heure, par mètre carré et par degré, pour le cas où la vapeur abandonne de la chaleur aux parois en se condensant à leur surface. Il est intéressant de rapprocher les chiffres ci-dessus de ceux qui sont indiqués par M. Dommer dans son remarquable mémoire sur *la transmission de la chaleur dans l'industrie*¹. M. Dommer, se fondant sur un très grand nombre d'expériences accomplies, non dans des cylindres à vapeur, mais dans des appareils où la vapeur agit à l'état de régime en conservant sa pression, conclut que, dans les circonstances les plus favorables à la transmission de la chaleur entre la vapeur et les parois sur lesquelles elle se condense, le coefficient de transmission est de 14.000 calories par heure, par mètre carré et par degré.

Ce chiffre n'atteint donc pas 10 % de celui que nous avons relaté ci-dessus. Or, si l'on remarque que les expériences auxquelles se réfère M. Dommer ont un caractère de simplicité et de continuité qui est de nature à créer les éléments de la certitude scientifique, on arrive à cette conclusion que pour arriver à des notions exactes sur les phénomènes qui accompagnent le travail de la vapeur, c'est dans beaucoup de cas à des recherches effectuées en dehors de la machine à vapeur qu'il faut avoir recours.

VI

Il y a incontestablement le plus grand intérêt à élucider les diverses questions qui partagent les hommes techniques : lorsqu'on sera arrivé à une notion claire et précise des phénomènes qui s'accomplissent dans la machine à vapeur, on pourra en tirer des conclusions pratiques quant aux moyens d'améliorer le rendement de celle-ci. Toutefois, il n'y a pas d'illusions à se faire : la machine à vapeur, malgré toutes les incertitudes qui s'attachent encore à son fonctionnement, n'est pas éloignée de la perfection, et l'on peut affirmer que l'on n'améliorera plus son rendement dans une forte mesure.

La machine de Watt consommait environ 28 kilos de vapeur par cheval-heure. Aujourd'hui, grâce à diverses innovations, mais grâce aussi aux progrès considérables accomplis par la construction mécanique, certaines machines, nécessitant d'ailleurs une dépense de chaleur relativement forte par kilo de vapeur, arrivent à ne consommer que 5 kilos de vapeur environ par cheval-heure.

La consommation descendra-t-elle jamais beau-

coup au-dessous de la limite qu'elle a atteinte aujourd'hui?

Peut-on prévoir que les inventeurs parviendront à modifier le cycle de la machine et à le rapprocher du cycle idéal de Carnot?

On sait que le cycle de Carnot, celui qui donne le plus grand rendement possible pour les températures extrêmes entre lesquelles évolue le fluide, consiste en deux transformations isothermes alternant avec deux transformations adiabatiques. L'eau, se trouvant dans la chaudière à sa température de vaporisation, et se vaporisant sous pression constante, et par conséquent sous température constante, subit la première des quatre transformations du cycle de Carnot. Transportée de la chaudière dans le cylindre et s'y détendant jusqu'à la pression du condenseur, elle y subirait la seconde transformation du cycle idéal si la détente était vraiment adiabatique, au lieu d'être accompagnée d'échanges de chaleur. Transportée ensuite dans le condenseur, et s'y condensant sous pression constante et sous température constante, elle y subirait la troisième transformation du cycle de Carnot si la condensation s'arrêtait au point voulu pour que le fluide pût subir ensuite une quatrième transformation, consistant en une compression adiabatique qui le ramènerait à l'état d'eau chaude, à la pression et à la température de vaporisation de la chaudière. Cette eau chaude serait réintroduite dans la chaudière pour être de nouveau vaporisée. C'est par cette quatrième transformation que le cycle de Carnot diffère essentiellement du cycle réel : dans le cycle réel, en effet, le fluide qui évolue est entièrement condensé à la température du condenseur, et puis foulé dans la chaudière à l'état d'eau relativement froide pour y être ramené à la température de vaporisation aux dépens d'une quantité de chaleur supplémentaire développée par le foyer.

Réaliserait-on jamais la quatrième phase du cycle idéal, ou du moins la réaliserait-on jamais d'une façon pratique? Si l'on songe que depuis Watt, et même depuis Newcomen, pendant un espace de deux siècles, le cycle accompli par la vapeur n'a pas été modifié dans son essence, si l'on songe que ce cycle est réalisé dans les machines les plus diverses, y compris les turbo-moteurs, qui ne ressemblent en rien aux machines à cylindres, et dans lesquels la vapeur agit à l'état purement dynamique, il est permis d'affirmer avec une quasi-certitude que le cycle de la machine à vapeur ne se rapprochera jamais davantage du cycle de Carnot.

Ce premier point étant admis, on peut se demander si l'on arrivera à améliorer le rendement de la machine en éloignant les limites entre lesquelles

¹ *Revue gén. des Sciences pures et appliquées*, 15 mai 1899.

oscille la température de la vapeur : quant à la température d'échappement, que l'on ramène à 30 ou 40° centigrades dans les machines à condensation, il n'y a évidemment pour ainsi dire pas d'intérêt à la faire descendre davantage, car on réalise déjà par là une contre-pression suffisamment faible pour pouvoir n'en tenir presque aucun compte dans l'évaluation du travail.

En ce qui concerne la température supérieure, elle a été portée, grâce à l'emploi de la surchauffe, à un degré tel qu'il n'est pas possible de l'élever davantage sous peine de détruire les bourrages, de brûler les lubrifiants, et de détériorer très rapidement tous les organes qui entrent en contact avec la vapeur. Mais lorsqu'on considère le fonctionnement de la vapeur surchauffée, on constate que le cycle qu'elle parcourt s'écarte d'une façon très notable du cycle de Carnot : si, par exemple, de la vapeur produite à huit atmosphères, soit à 170°8, est ensuite surchauffée à 250°, la première transformation subie sera très éloignée de la transformation isotherme du cycle de Carnot. Or, plus un cycle s'écarte du cycle de Carnot, plus son rendement diminue. On peut évidemment remédier à cet inconvénient, tout au moins théoriquement, en réalisant la production même de la vapeur à une température comparable à celle que l'on aurait réalisée par la surchauffe, et en portant la pression de la chaudière à plus de 60 atmosphères. Des tentatives ont été faites dans cette voie, mais n'ont produit que des résultats peu satisfaisants : il importe, en effet, de remarquer qu'il est un certain nombre de pertes inséparables du fonctionnement de la machine à vapeur, pertes que l'on pourra atténuer, mais que l'on ne parviendra jamais à supprimer. Telles sont notamment les pertes dues aux échanges, aux fuites, et aux espaces morts. Or, il est de toute évidence que plus on augmentera la pression et la température d'admission, plus ces pertes deviendront considérables. Et quoi que puissent faire les inventeurs, l'emploi des très hautes pressions se heurtera toujours à cet inconvénient.

Lorsqu'on évalue le rendement d'une machine à vapeur, il importe de tenir compte de ce qu'il y a de vague et d'indéterminé dans ces expressions : « travail développé par kilo de vapeur », « consommation en kilos de vapeur par cheval-heure ». En effet un kilo de vapeur représente une dépense de chaleur plus ou moins grande, selon qu'il aura été produit à une pression plus ou moins forte, selon qu'il aura été surchauffé ou ne l'aura pas été. Il faut donc se rendre compte, dans chaque cas particulier, de la quantité de chaleur qu'aura absorbée la vapeur. Et c'est pourquoi l'on ne peut comparer la machine à basse

pression de Watt à une machine à haute pression actuellement construite, sans tenir compte de la quantité de chaleur que représente, dans l'une et l'autre machine, la vapeur consommée.

VII

Considérons de la vapeur fonctionnant suivant le cycle réel (vaporisation isotherme, détente dans le cylindre, condensation totale dans le condenseur, refoulement et échauffement de l'eau dans la chaudière, antérieurement à une nouvelle vaporisation isotherme), mais supposons que ce cycle réel soit accompli sans aucune des pertes qui l'affectent toujours.

Supposons la vapeur produite à 8 atmosphères, soit à 170°8, et condensée à 0,1 atmosphère, soit à 46°2.

La quantité de chaleur totale absorbée par l'échauffement préalable de l'eau et par la vaporisation est, en ce cas, de 612 calories par kilo. Si cette chaleur était transformée intégralement en travail, elle produirait 260.100 kilogrammètres, à raison de 425 kilogrammètres par calorie.

Si, d'autre part, cette chaleur avait été dépensée suivant le cycle de Carnot, si, en d'autres termes, elle avait été versée intégralement à la température de 170°8, au lieu d'être en grande partie employée à accroître la température du liquide, antérieurement à la vaporisation, le travail produit aurait atteint 28 % du chiffre ci-dessus indiqué ; car on sait que, suivant le cycle de Carnot, le rendement est égal au rapport de la chute de température (dans le cas présent 124°6) à la température absolue (443°8) à laquelle la chaleur est versée.

Le travail aurait donc été de 72.828 kilogrammètres.

Mais la chaleur a été, dans le cas que nous considérons, non pas intégralement transformée en travail, non pas utilisée suivant le cycle idéal de Carnot, mais bien utilisée *suivant le cycle réel, sans aucune perte*. En ce cas, l'on trouve que le travail développé serait de 65.786 kilogrammètres, et représenterait un rendement d'un peu plus de 25 %. La dépense de vapeur serait, dans ces conditions, de 4 kil. 104 par cheval-heure.

Or, dans des machines compound construites par la Société Bollinckx, de Bruxelles, et fonctionnant à des pressions un peu inférieures à 8 atmosphères, consommant donc, par kilo de vapeur dépensée, un peu moins de chaleur que la machine considérée, la dépense a été de 5 kil. 340 par cheval-heure. On n'ignore pas que d'autres essais, effectués à des pressions plus élevées, ont conduit à des consommations plus faibles en kilos de vapeur, et qu'avec de la vapeur surchauffée la consumma-

tion est déjà descendue au-dessous de 5 kilos; mais il ne faut pas oublier que, dans ces conditions, la dépense de chaleur par kilo a été plus forte. Dans le cas qui nous occupe, le travail développé par kilo de vapeur dépensé est de 30.570 kilogrammètres, et atteint environ 19,5 % du travail équivalent à toute la chaleur versée; il atteint 69,5 % du travail développé suivant le cycle de Carnot, et 77 % du travail qui eût été développé suivant le cycle réel, mais sans aucune perte.

Ces 23 %, qui séparent le cycle réalisé du cycle tel qu'il s'effectuerait sans perte, représentent l'étape qui resterait à franchir par la machine à vapeur si l'on pouvait espérer la suppression totale des pertes.

Or, ces pertes, on pourra les atténuer, *on ne pourra jamais les supprimer* : les espaces morts ne disparaîtront jamais, non plus que les fuites, les pertes par échange, les pertes par rayonnement. D'autre part, on sera toujours amené à ne réaliser qu'une détente incomplète, et à réduire par là le travail développé dans le cylindre : cette détente incomplète est justifiée, et le sera toujours, par des considérations multiples relatives à la dépense de premier établissement, aux frottements des pièces de la machine, aux espaces morts, aux échanges.

Et lorsqu'on fait usage de dispositions hautement rationnelles, telles que celle de l'enveloppe de vapeur, de la double ou multiple expansion, on parvient à réduire certaines pertes, notamment la perte par échanges, mais en en augmentant d'autres, notamment la perte par rayonnement.

Il n'y a donc pas à se le dissimuler, la machine à vapeur qui, depuis Watt, n'a fait que de très faibles progrès, est condamnée à n'en faire également que de très faibles dans l'avenir. Quoi qu'il

en soit, ces progrès, si minimes qu'ils puissent être, sont dignes de la sollicitude des constructeurs, des expérimentateurs et des analystes. Pour pouvoir marcher sûrement dans la voie qui reste encore à parcourir, il faut que ceux-ci s'attachent à résoudre les questions qui sont ouvertes depuis un quart de siècle. Il faut qu'ils s'attachent à lever toute l'incertitude, toute l'indétermination qui est inhérente à ces questions.

Et si paradoxal que cela semble, nous ajouterons que si l'on veut arriver à connaître la machine à vapeur, ce n'est pas la machine à vapeur elle-même qu'il faut étudier : les expériences de Regnault, qui fournissent au constructeur les indications les plus précieuses, sont des expériences de laboratoire. D'autre part, la contribution si efficace que M. Dömmmer, dans le mémoire cité ci-dessus, a apportée à la solution d'une question controversée, nous indique quelle est la voie à suivre. C'est parce que les propriétés générales de la matière sont insuffisamment connues que des questions posées depuis un quart de siècle n'ont pas encore reçu leur solution. Ce sont ces propriétés générales qu'il importerait de déterminer d'une façon suffisamment précise pour qu'il ne pût plus rester aucun doute sur leur réalité. Telle est l'œuvre primordiale et indispensable, à la suite de laquelle toutes les discussions qu'on a vues se produire dans ces dernières années pourront enfin aboutir à des conclusions certaines et indiscutées.

C'est à la Science pure qu'il faut avoir recours. C'est dans le laboratoire du physicien que la machine à vapeur se perfectionnera.

L. Anspach.

Professeur à l'École Polytechnique de Bruxelles.

L'INDIGO NATUREL ET L'INDIGO ARTIFICIEL

DEUXIÈME PARTIE : FABRICATION DE L'INDIGO ARTIFICIEL

Dans un premier article¹, nous avons décrit les procédés employés pour retirer l'indigo des plantes indigofères; nous allons maintenant passer en revue quelques-unes des tentatives faites pour créer de toutes pièces ce produit dans les laboratoires et dans l'industrie.

I. — PREMIÈRES SYNTHÈSES DE M. BEYER.

Il ne saurait entrer dans notre programme de faire en détail l'histoire de la synthèse de l'indigo.

Elle constituerait cependant l'un des chapitres les plus captivants de la Chimie aromatique, et serait intéressante à bien des points de vue. Qu'il nous suffise de rappeler qu'elle est due aux travaux mémorables de M. de Beyer, qui y a consacré plus de vingt ans de labeur.

Dès le début de ses recherches, M. Beyer s'était donné comme tâche d'établir la constitution de l'indigo, et, en couronnant, en 1878, ses travaux par la synthèse du produit artificiel, il a pu annoncer que : « la place de chaque atome de la molécule de cette matière colorante avait été déter-

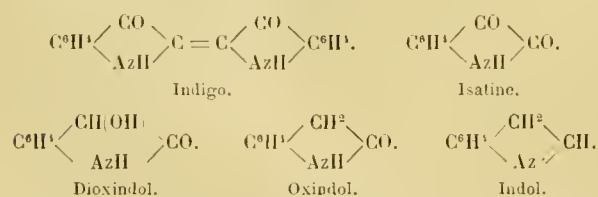
¹ Voyez la *Revue* du 30 mars, t. XII, p. 253 et suiv.

minée par l'expérience ». Comme toujours, l'analyse a précédé la synthèse. Il a fallu détruire graduellement la molécule indigo, étudier les divers termes de destruction, et les relier entre eux, avant d'être en mesure de reconstruire l'édifice abattu par les forces chimiques.

On savait, depuis 1826, que l'indigo fournit par distillation sèche de l'aniline, et les travaux de Fritsche avaient montré, dès 1841, que la matière colorante, chauffée avec de la potasse, donnait naissance à ce même acide anthranilique ou acide orthoamidobenzoïque, qui, depuis les travaux de Heumann, joue un si grand rôle dans la synthèse industrielle de l'indigo. Un autre point important de la chimie de ce composé est sa transformation en isatine, sous l'influence des agents oxydants, transformation accomplie simultanément par Laurent et Erdmann en 1841.

Comme le fait remarquer M. Beyer, ses recherches sur l'isatine ont été suscitées par l'analogie que présente ce corps avec l'alloxane, appartenant à la série urique. Il soumit donc cette isatine à une réduction ménagée, et obtint un corps renfermant deux atomes d'hydrogène en plus que l'isatine, et auquel il a donné le nom de *dioxindol*. Ce composé, réduit plus énergiquement par de l'étain et de l'acide chlorhydrique, se transforme en une nouvelle molécule, l'*oxindol*, laquelle, chauffée avec de la poudre de zinc, fournit enfin un produit ne renfermant plus d'oxygène, l'*indol*, substance-mère de l'indigo.

Les formules suivantes nous permettent de traduire schématiquement les relations qui existent entre l'indigo, l'isatine son produit d'oxydation, le dioxindol, l'oxindol et l'indol :



Cette transformation de l'indigo en sa substance-mère se fait actuellement par une méthode moins coûteuse, qui consiste à traiter de l'indigo même par de l'étain et de l'acide chlorhydrique, et à chauffer le produit de la réaction avec de la poussière de zinc.

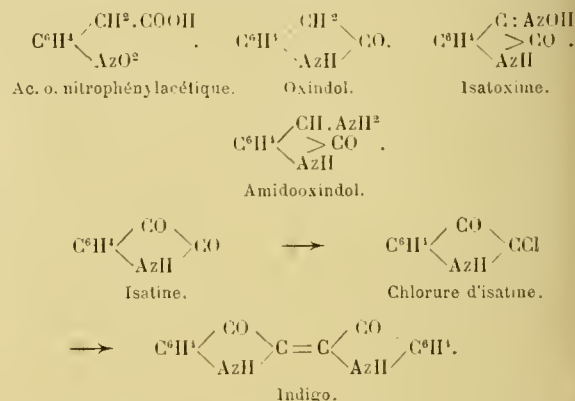
Il est intéressant de faire remarquer que cette méthode de réduction énergétique, déjà employée dans la technique industrielle, en 1863, pour transformer le nitrobenzène en aniline, fut introduite dans les laboratoires par M. Beyer, et permit, trois ans plus tard, à ses assistants, MM. Græbe et Libermann, d'éclaircir la question de la constitution, et, par suite, à effectuer la synthèse de l'alizarine.

Bien que MM. Engler et Emmerling aient observé

la formation de traces d'indigo dans le traitement de l'o-nitroacétophénone par de la poudre de zinc et de la chaux sodée, la première synthèse effective de cette matière colorante revient à M. Beyer. Il avait déjà réussi, en 1870, à remonter de l'isatine à l'indigo, mais la synthèse totale de ce composé ne fut réalisée qu'à partir du jour où il réussit à faire celle du produit d'oxydation de la matière colorante.

Elle date de 1879, et consiste à réduire l'acide o.-nitrophénylacétique, à traiter l'oxindol obtenu par de l'acide nitreux, ce qui fournit de l'isonitrosooxindol (ou isatoxime); ce dernier est réduit en amidooxindol, lequel fournit, par une oxydation ménagée, de l'isatine. La transformation de l'isatine en indigo s'effectue au moyen du trichlorure de phosphore, qui donne naissance à du chlorure d'isatine, que le zinc en poudre convertit en indigo.

La succession des réactions que nous venons d'énumérer se schématise de la façon suivante :

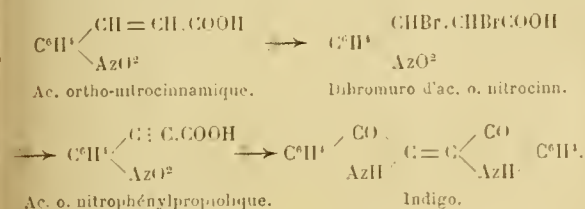


Toutes ces réactions, fort simples, jettent un jour éclatant sur la constitution de l'indigo, et ont suscité de nouvelles synthèses de cette molécule.

L'objet de cet article étant d'insister particulièrement sur les synthèses de l'indigo qui ont subi l'épreuve de la pratique industrielle, nous passerons sous silence celles qui n'ont qu'un intérêt purement théorique et aborderons la première qui, encore due à M. Beyer, fut l'objet d'une fabrication en grand de l'indigotine.

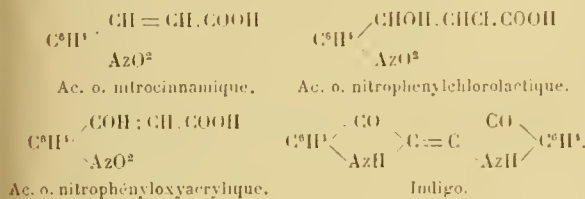
Le point de départ de cette synthèse est l'acide cinnamique, qu'on peut obtenir par la réaction de Perkin, en partant de l'aldéhyde benzoïque, ou en faisant agir du chlorure de benzylidène sur l'acétate de soude. En nitrant cet acide, ou plutôt son éther, on obtient un mélange d'acides ortho (70 %) et para-cinnamiques (30 %) qu'on sépare, le premier seul se prêtant aux opérations subséquentes. Cet acide, additionné de brome, est transformé en dibromure, qui perd deux molécules d'acide bromhydrique quand on le traite par de la potasse alcoolique, pour donner naissance à de l'acide ortho-nitrophénylpropionique. Ce dernier composé

fournit directement de l'indigo lorsqu'on le chauffe avec un alcali en présence de glucose, ou mieux de xanthate de soude. Les schémas suivants rendent compte des réactions successives qui se produisent :



On peut arriver au même résultat par une autre voie.

Au lieu de combiner l'acide ortho-nitrocinnamique au brome, on le traite par de l'hypochlorite de soude, et l'acide ortho-nitrophénylchlorolactique qui se forme est chauffé avec de la potasse alcoolique, et donne de l'acide ortho-nitrophényloxyacrylique. Fondu avec un alcali, cet acide fournit de l'indigo en quantité minime, comparativement au rendement de 70 % que donne la réaction à l'acide ortho-nitrophénylpropiolique :



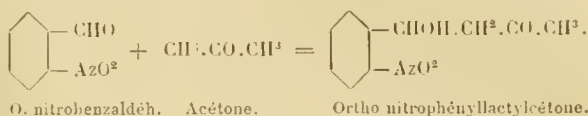
Le prix trop élevé de l'acide ortho-nitrophénylpropiolique n'a pas permis de préparer l'indigotine même avec cet acide, mais il a été employé pendant quelque temps pour l'impression, grâce à la propriété qu'il possède de pouvoir être transformé sur tissu, au moyen du xanthate de soude, en indigo. Les dessins qu'on obtenait ainsi avaient beaucoup plus de finesse que ceux qu'on réalisait par les anciens procédés et, au point de vue de l'impression, l'emploi de l'acide ortho-nitrophénylpropiolique constituait un réel progrès.

II. — SYNTHÈSE DE BEYER ET DREWSSEN.

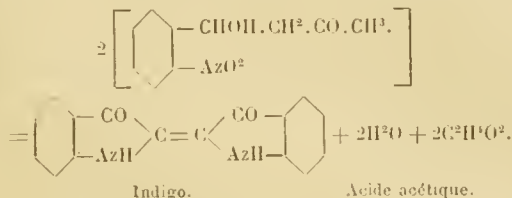
Malheureusement, vu sa cherté, ce produit fut bientôt détrôné par un autre, dont la synthèse est également due à Beyer, qui l'effectua en collaboration avec Drewsen en 1882.

Cette synthèse, qui consiste à condenser, en présence de soude caustique, l'aldéhyde ortho-nitrobenzoïque avec l'acétone, surpasse en élégance et en simplicité tous les autres procédés de préparation de l'indigo. Quand les matières premières sont suffisamment pures, la réaction donne des rendements meilleurs que ceux fournis par l'acide

ortho-nitrophénylpropiolique, rendements qui peuvent atteindre 80 % de ceux prévus par la théorie. Le mécanisme de cette réaction peut se traduire de la façon suivante :



Cette dernière combinaison, en présence d'un alcali, se convertit rapidement en indigo et acide acétique :



La cétone intermédiaire, insoluble par elle-même, peut-être solubilisée par combinaison avec le bisulfite de soude, et constitue alors le sel de Kalle ou sel d'indigo qui, en impression, l'emporte sur l'acide ortho-nitrophénylpropiolique par son emploi plus facile. Il suffit, en effet, de faire passer le tissu imprimé en soude caustique pour développer le colorant.

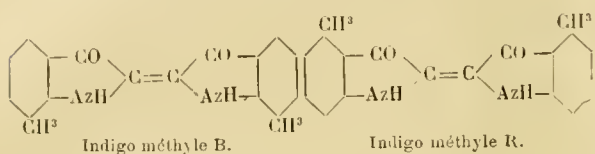
Comme on le voit, le problème de la fabrication de l'indigo paraît être, en apparence, des plus simples, puisqu'il se réduit à la préparation de l'aldéhyde ortho-nitrobenzoïque, car l'acétone est un produit qu'on peut avoir à volonté. Or, c'est précisément la préparation de cette aldéhyde qui a présenté de grandes difficultés jusqu'alors.

Pour arriver au but cherché, il semble qu'il suffise de nitrer l'aldéhyde benzoïque, d'un usage si courant en industrie; mais, comme pour l'acide cinnamique, le dérivé orthonitré est loin de se former en quantité théorique, accompagné qu'il est de notables proportions de produit mélanitré, inutilisable pour la préparation de l'indigo. Dans des essais tentés pour obtenir du chlorure de benzyle orthonitré, qui, par oxydation, fournirait l'aldéhyde cherché, on a encore été éconduit par la formation du dérivé paranitré qui est sans valeur par la synthèse projetée.

Bien d'autres tentatives ont été faites, avant celle qui est à l'ordre du jour, et qui consiste à oxyder directement l'orthonitrotoluène, au moyen du bioxyde de manganèse et de l'acide sulfurique. Cet orthonitrotoluène se forme dans la proportion de 60 à 66 %, à côté du paranitrotoluène, quand on nitre le carbure dans certaines conditions.

Cet procédé d'oxydation est dû à la Société chimique des Usines du Rhône, qui déclare être arrivée à un résultat industriel et se trouver en mesure de

réaliser en grand la synthèse de Bayer et Drewsen. Cette même Société a étendu son procédé aux méta-xylènes nitrés, et a obtenu deux aldéhydes méthanitrotoluyliques qui, par condensation avec l'acétone, en présence de soude caustique, lui ont fourni un indigo méthyle B et son isomère R, auxquels elle attribue la constitution :



Les rendements obtenus en aldéhyde, dans l'oxydation de l'orthonitrotolène, sont-ils suffisants pour justifier les espérances qu'a fait naître ce procédé?

Nous ne saurions nous prononcer à cet égard, et l'avenir seul pourra nous éclairer sur ce point.

On a fait une grave objection à l'application possible de cette synthèse sur une grande échelle.

Au point de vue industriel, un procédé n'est viable que lorsqu'on peut se procurer la matière première en quantité suffisante et à un prix rémunérateur. Or, jusque dans ces dernières années, la matière première, le toluène, nécessaire à la mise en œuvre de ce procédé, ne se retirait que des goudrons provenant des usines à gaz, et était par conséquent d'une production relativement limitée. Depuis la construction des fours à coke à récupération des sous-produits, les quantités de goudron dont peut disposer l'industrie augmentent journallement. Il nous suffit de citer les exemples suivants :

En 1883, la production du goudron en Europe a été de 675.000 tonnes.

En 1898, cette production a atteint le chiffre de 1.207.800 tonnes, lesquelles, avec le coefficient de 2 à 3 % de benzols bruts, peuvent fournir, en chiffres ronds, de 24.000 à 36.000 tonnes de carbures benzéniques. Or, on admet généralement que le benzol brut renferme, en moyenne, un sixième¹ de toluène, ce qui fait une production de 6.000 tonnes de toluène pour l'année 1898. Mais cette production a certainement augmenté depuis cette époque, puisqu'on ne cesse d'installer, aussi bien en France qu'en Belgique, en Allemagne et aux Etats-Unis, des fours à coke à récupération, soit du système Semet Salvay, soit du système Otto Hoffmann. Il existe actuellement 1.451 fours du premier système, et 357 autres en construction, de sorte qu'à un moment donné il en fonctionnera 1.808. On prétend, d'autre part, que les fours Otto Hoffmann

sont beaucoup plus nombreux et plus répandus, et que bientôt il en existera environ 5.000 de par le monde entier¹.

Outre cette augmentation dans la production du goudron, on a cherché à améliorer le rendement en carbures benzéniques. On sait, en effet, d'après les travaux de Bunte, que, sur la quantité de benzols bruts réellement produits dans la distillation, 5 % seulement restent dans le goudron, tandis que 95 % sont entraînés par les gaz.

Or, comme les gaz des fours à coke ne sont guère utilisés pour l'éclairage, on a songé à en extraire les benzols, en les faisant barboter à travers des goudrons fluides qui retiennent les carbures benzéniques. Actuellement déjà ce système permet à l'Allemagne de produire 30.000 tonnes de benzols, par suite de ne plus être tributaire de l'étranger et en particulier de l'Angleterre, et le jour où tous ses fours à coke seront munis de laveurs, on estime que la production de benzols s'élèvera à environ 80.000 tonnes par an. En admettant donc que le sixième de 80.000 tonnes soit du toluène, on aurait à sa disposition 13.000 tonnes environ de carbure, ce qui, à raison de 4 kilos de toluène par kilogramme d'indigotine, permettrait de préparer plus de 3.000.000 de kilos de la matière colorante, sur les 4.000.000 qui sont employés.

Nous avons donc là une source de toluène qu'il suffira de capter et de régler. Mais rien ne s'oppose à ce que l'on n'en trouve pas une autre, soit en réglant la marche des fours de façon à enrichir les goudrons en toluène, soit en préparant celui-ci au moyen du benzène et du méthane.

Dans cette production intensive de carbures, il y aura sans doute un excès de benzène pour lequel il faudra trouver un débouché rémunérateur, si l'on ne veut pas que le prix du toluène s'élève au delà de certaines limites.

Le champ des études sur ce sujet est des plus étendus, en même temps que des plus captivants.

La simplicité même de cette synthèse de l'indigotine, les bons rendements qu'elle fournit *une fois que l'on est en possession de l'aldéhyde orthonitrobenzoïque*, la possibilité qu'il y a d'avoir à un moment donné la matière première en quantité suffisante, sont faits pour encourager les efforts et exciter l'émulation des chercheurs.

III. — PROCÉDÉ DE LA SOCIÉTÉ BADOISE.

Le point de départ de ce procédé est une observation faite en 1890 par Heumann, qui a montré qu'en fondant le phénylglycocolle avec de la potasse

¹ Nous prenons à dessein le sixième, car, si les benzols des goudrons des usines à gaz renferment environ 23 % de toluène, ceux provenant des fours à coke contiennent tout au plus 15 % de ce carbure.

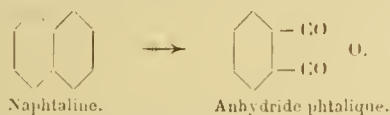
¹ *Sammlung Chem. und Chemisch-technischer Vorträge* du Prof. Ahrens. *Chemisches auf der Weltausstellung zu Paris 1900*, par le Dr G. Keppeler, t. VI, fasc. I.

caustique, il se formait de l'indigo. Les essais tentés pour faire de cette synthèse l'objet d'une exploitation industrielle n'ayant pas réussi, faute de rendements, la Société Badoise tira parti d'une autre découverte de Heumann, celle qui consiste à fondre l'acide phénylglycine-*o.*-carbonique avec de la potasse. Dans ce cas, la réaction est beaucoup plus nette, et les rendements sont meilleurs.

La mise au point de ce procédé, tel qu'il est exploité actuellement par la Société, a demandé une suite ininterrompue de recherches et d'essais qui n'ont pas duré moins de sept années, et qui ont abouti à des résultats remarquables, non seulement en ce qui concerne l'indigotine elle-même, mais encore au point de vue des industries connexes, qu'il a fallu créer et perfectionner, de façon à former un cycle de réactions aussi parfait que possible.

Les différents stades de cette fabrication sont les suivants :

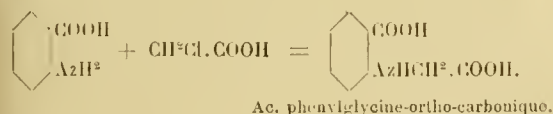
1° Oxydation de la naphthaline en acide phtalique au moyen de l'acide sulfurique fumant, et régénération de ce dernier acide :



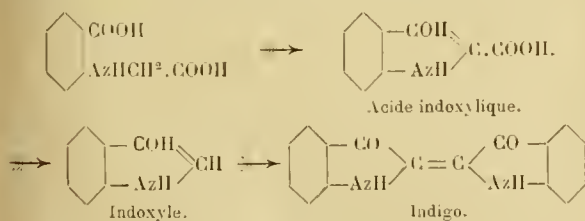
2° Préparation de la phtalimide et transformation de cette imide en acide ortho-amidobenzoïque ou acide anthranilique :



3° Préparation de l'acide monochloracétique et action de cet acide sur l'acide anthranilique pour obtenir l'acide phénylglycine-ortho-carbonique :



4° Fusion de cette dernière molécule avec de la potasse, et action de l'air sur le produit de la fusion :



§ 1. — Préparation de l'anhydride phtalique.

La naphthaline, matière première dont on part pour fabriquer cet anhydride, se trouve en quantités

considérables sur le marché, et à un prix ne dépassant guère 112 francs la tonne. D'après M. Brunck, on dispose d'au moins 40 à 50.000 tonnes de ce carbure, dont 15.000 tonnes seulement, correspondant aux demandes, étaient isolées jusqu'alors. Les 25.000 tonnes restantes étaient donc disponibles pour la fabrication de l'indigo, puisque, faute d'emploi, elles restaient dans les huiles lourdes, ou servaient à la fabrication du noir de fumée.

L'oxydation de la naphthaline par l'acide chromique étant trop coûteuse, la Société Badoise réussit, après de longues études, conduites systématiquement, et avec une science consommée, à trouver les meilleures conditions nécessaires pour effectuer cette oxydation au moyen de l'acide sulfurique anhydre, en présence du bisulfate de mercure, sel qui a pour effet de modérer la réaction. Il est vrai qu'un heureux hasard, le bris d'un thermomètre à mercure, a singulièrement contribué à assurer le succès de cette opération : mais, comme le dit fort judicieusement M. Brunck, on aurait atteint le but poursuivi, sans ce fait heureux.

Les quantités d'acide fumant employées pour cette oxydation étant considérables, il a fallu, pour rendre le procédé économique, récupérer l'acide sulfureux, et le retransformer en anhydride, par un procédé autre que celui des chambres de plomb, qui est loin d'être avantageux.

C'est ici qu'intervient l'ingénieur et nouveau procédé de fabrication de l'acide sulfurique, imaginé par M. Ch. Winckler, et mis au point par M. Knietseh, de la Société Badoise, procédé qui permet de préparer l'anhydride par combinaison directe du gaz sulfureux et de l'oxygène de l'air, en présence de l'amianthe platinée¹.

Dans cette opération, l'acide sulfurique sert donc de corps intermédiaire pour fournir l'oxygène nécessaire à la transformation de la naphthaline en anhydride phtalique, et repasse ensuite, sous forme d'acide sulfureux, à travers la masse de contact, pour se convertir à nouveau en acide sulfurique.

La Société Badoise récupère ainsi, annuellement, de 35 à 40.000 tonnes d'acide sulfureux provenant de la fabrication de l'anhydride phtalique.

§ 2. — Phtalimide. Acides anthranilique et monochloracétique.

La préparation de la phtalimide au moyen de l'ammoniaque sèche et de l'anhydride phtalique ne présentant pas de difficultés au point de vue industriel, nous n'y insisterons pas.

Grâce aux recherches de MM. Hoogewerff et Van Dorp, recherches basées sur la découverte d'A. W. Hoffmann, la transformation de la phtalimide en

¹ Revue gén. des Sciences du 28 fév. 1901, t. XII, p. 159.

acide anthranilique s'effectue assez facilement au moyen de solution d'hypobromite ou d'hypochlorite de soude.

On emploierait à la Société Badoise l'hypochlorite ; et le chlore nécessaire à sa fabrication, comme celui qui sert à chlorurer l'acide acétique, est obtenu par un procédé électrolytique que la maison a acquis de la Société *Elektron* de Griesheim. Ce chlore est ensuite purifié et liquéfié d'après une méthode qui a été brevetée par la Société Badoise, et se trouve dans les meilleures conditions de pureté pour chlorurer l'acide acétique.

Suivant le D^r Brunck, on transforme actuellement déjà 2.000.000 de kilos d'acide acétique en dérivé monochloré, c'est-à-dire la quantité correspondante à celle d'acide extraite par distillation de 100.000 mètres de bois.

§ 3. — Acide phénylglycineorthocarbonique. Indigo.

La condensation de l'acide anthranilique avec l'acide monochloracétique semble aussi se faire assez régulièrement, mais une des plus grandes difficultés à vaincre fut la détermination des conditions exactes pour la fusion, sur une grande échelle, de l'acide phénylglycocolleorthocarbonique, opération au cours de laquelle il se forme de l'acide *indoxylique*, qui, oxydé au contact de l'air, donne de l'indigo. La Société a même réussi à isoler cet acide, et le livre, sous le nom d'*indophore*, à l'impression, où il trouve un emploi analogue à celui du *sel d'indigo* de Kalle, où à celui de l'acide ortho-nitro-phénylpropionique.

L'indigo qui, sous l'action de l'air, se sépare de la solution aqueuse de la masse de fusion, est cristallin. Pour l'obtenir à l'état de finesse que nécessite la cuve à fermentation, on se sert d'un procédé déjà appliqué jadis à l'indigo même, et qui consiste à le transformer en sulfate d'indigo qu'on décompose ensuite par l'eau. Il se forme ainsi une pâte très ténue qu'il suffit de laver jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus d'acide sulfurique. Cet indigo ainsi divisé se prête très bien à la préparation des cuves, car il se réduit, et partant se dissout avec la plus grande facilité.

Quoi qu'on en ait dit et écrit, l'*indigotine* obtenue par voie de synthèse, soit par le procédé Heumann, soit par celui de Beyer et Drewsen, soit par tout autre procédé, est en tous points identique avec celle qui se trouve dans les indigos naturels.

Telle qu'elle est livrée au commerce, cette indigotine présente sur le produit naturel un certain nombre d'avantages, qu'énumère M. Brunck dans la conférence déjà citée : « La régularité, la teneur constante du produit livré en indigotine pure, l'absence absolue de corps accessoires dans cet indigo,

la facilité avec laquelle il se réduit grâce à son état de division extrême, tous ces avantages constituent les principales qualités en face de la richesse irrégulière en colorant, et de la difficulté de réduction que présente l'indigo naturel. Le teinturier qui n'est pas familiarisé avec les méthodes de dosage, se voit contraint d'acheter l'indigo naturel non pas d'après sa valeur intrinsèque, mais d'après les caractères facilement trompeurs de l'aspect extérieur. Les propriétés de l'indigo artificiel mettent l'acheteur à l'abri de ces risques, et lui assurent un produit uniforme et d'une qualité irréprochable ».

L'indigo synthétique donne des nuances très pures et aussi solides à la lumière que celles fournies par l'indigo naturel. De nombreuses expériences ont été faites à ce sujet, et on a pu voir au pavillon de la Société des Usines du Rhône, à l'Exposition de 1900, que des échantillons de tissus teints en indigo synthétique ne cédaient en rien, comme beauté et comme solidité à la lumière, à ceux teints avec de l'indigo naturel.

Les nuances qu'on obtient avec cette indigotine pure seront sans aucun doute uniformes, et toujours identiques à elles mêmes : tandis que celles fournies par les indigos de culture varient avec leur composition, et aussi avec la façon dont sont conduites les cuves à teinture. Or, dans la teinture sur laine, comme aussi dans celle du coton, on tient à cette variété de nuances, qu'on ne peut réaliser avec le produit synthétique actuel, ce qui fait que l'emploi de la matière colorante naturelle n'est pas près de disparaître si l'écart entre les prix n'est pas trop considérable et si l'on n'arrive pas, comme on l'a fait pour les alizarines, à produire des indigos artificiels qui se rapprochent par leurs composants, indigotine, indirubine, bruns d'indigo, etc., du colorant naturel¹.

Il est inutile d'ajouter que l'indigotine pure, extraite de l'indigo de culture par la méthode à l'acide sulfurique, qui permet d'obtenir un rendement industriel de plus de 90 %, avec un minimum de frais de 1 à 1 fr. 50 par kilog., jouit des mêmes avantages que ceux que nous avons énumérés à propos du produit synthétique, puisqu'elle lui est identique.

En outre des synthèses que nous venons d'énumérer et qui seules, jusqu'à présent, ont reçu la consécration de la pratique, on a breveté plusieurs autres procédés, les uns plus élégants que les autres, mais, en raison de leur complication et aussi de la cherté des matières premières, ils ne paraissent pas actuellement susceptibles d'être réalisés industriellement dans la forme sous laquelle ils sont présentés.

¹ Voyez dans la première partie de cet article, p. 261.

IV. — CONCLUSIONS.

Dans notre exposé, nous avons envisagé le problème de la production de l'indigotine sur toutes ses faces.

Indigo naturel. — Nous avons d'abord montré qu'avec une culture intelligente, tenant compte des avantages de l'assolement, sous un climat approprié, dans les pays où le sol ainsi que la main-d'œuvre sont à bon marché, il était possible de produire de l'indigo à haute teneur, à la condition que le traitement de la plante se fasse d'une manière rationnelle, et qu'on ne perde pas dans les diverses manipulations une bonne partie de la matière colorante. Maintenant qu'on connaît les principes auxquels est due l'indigotine, ainsi que le mécanisme de sa formation dans les cuves à fermentation, on ne tardera pas à pouvoir régler avec soin la marche des opérations, de manière à obtenir le maximum de rendement et partant une baisse des prix.

On a souvent comparé le cas de l'indigo à celui de la garance. Rien de moins comparable cependant, au point de vue de la production de la plante et du traitement de cette dernière. Tandis que la garance était cultivée dans des pays où la terre et la main-d'œuvre étaient relativement onéreuses, les plantes à indigo poussent dans des régions beaucoup plus favorisées sous ce rapport, et rien n'empêche même de la cultiver dans nos nouvelles colonies où les conditions sont encore plus favorables. De plus, alors que la garance est une plante bisannuelle et que la racine n'est utilisable qu'au bout de deux ou même trois ans de culture, les *Indigofera* sont des plantes annuelles qui fournissent deux et parfois trois coupes par chaque campagne.

Signalons enfin un autre avantage en faveur de l'indigo. Avec les moyens dont nous disposons, rien n'est plus facile que d'extraire du produit naturel l'indigotine, de manière à la mettre en concurrence avec la matière colorante artificielle, opération à laquelle ne se prêtait point la garance. Comme nous l'avons indiqué, cette extraction est loin d'être coûteuse, et donne d'excellents rendements.

Pour toutes ces raisons, nous ne voyons pas, étant donné les prix actuels de l'indigotine artificielle, que la culture de l'indigo soit compromise et qu'il faille l'abandonner à bref délai. Nous croyons au contraire que, sous l'aiguillon de la concurrence, les producteurs d'indigo amélioreront culture et traitement, au point de pouvoir fournir la matière colorante à un prix auquel le produit artificiel ne pourra peut-être pas atteindre, avec les procédés actuellement en vigueur. Si la victoire devait leur rester, ce serait en quelque sorte le

triomphe de la Bactériologie sur la Chimie synthétique.

Indigo artificiel. — Des deux procédés qui sont actuellement en concurrence, celui de la Société Badoise s'impose à l'admiration des hommes de science, comme à celle des industriels, par l'ingéniosité et la ténacité déployées pour vaincre les difficultés de toute nature qui se sont présentées, par l'utilisation rationnelle des sous-produits qui rentrent dans le cycle des opérations, et par l'ensemble des perfectionnements introduits dans la fabrication de produits connexes. Cette admiration, que suscitent de tels efforts et une telle initiative¹ de la part d'hommes qui n'en sont plus à compter leurs succès, ne saurait cependant nous faire oublier que, sur le terrain industriel, le petit nombre ainsi que la simplicité des réactions mises en jeu sont des facteurs aussi importants que celui du prix des matières premières, pour arriver au point essentiel que vise tout fabricant, — le prix de revient du produit final. Nous croyons savoir qu'à l'heure présente ce prix de revient ne justifie pas les espérances qu'on a fondées sur ce procédé, et que l'indigo de culture, comme l'indigotine préparée par la méthode Bayer et Drewsen, ne sont pas près de s'effacer devant leur puissant rival.

Sans doute, ce dernier procédé ne peut encore avoir la prétention de rivaliser avec celui de la Société Badoise, car il ne semble pas encore avoir complètement la sanction de la pratique; mais il se recommande à l'attention de l'industriel par sa grande simplicité et le nombre restreint d'opérations qu'il nécessite. Rien n'empêche d'ailleurs qu'il se développe parallèlement, et qu'il limite ses débouchés.

Quoi qu'il advienne de cette lutte, qui dès maintenant est engagée sur presque tous les points du globe, on ne saurait méconnaître le haut mérite des hommes qui, par leur initiative, leur volonté persévérante, n'ont pas hésité à l'entreprendre. Elle montre une fois de plus combien est étroite, en Allemagne, l'alliance de la Science et de l'Industrie, et combien l'une et l'autre peuvent se prêter un mutuel appui, grâce à l'organisation rationnelle du haut enseignement, et grâce aussi à la foi profonde qu'a le peuple allemand dans les progrès de la science, et à la grande habileté avec laquelle il sait s'en servir.

Née pour ainsi dire en France, l'industrie des matières colorantes s'est surtout développée chez nos voisins, et si dans cette production nous arrivons au second et même au troisième rang, nous en connaissons la cause, et partant aussi le remède.

¹ La Société Badoise a dépensé 22.500.000 francs pour monter la fabrication de l'Indigo.

Nous ne saurions aujourd'hui insister sur ce sujet, grave entre tous : mais qu'il nous soit permis de déclarer que, si nous avons une perception très nette de la haute tâche qui incombe à l'homme de science, nous avons aussi le ferme désir, dans la modeste sphère qui nous est échue, d'accomplir la nôtre, si les circonstances et les hommes nous le permettent.

Dans ce vaste domaine de la Chimie et de ses

applications, la France a été l'initiatrice de toutes choses, depuis le commencement du siècle; elle ne saurait donc se désintéresser de la plus minime partie de son œuvre et abdiquer entre les mains de l'étranger, car elle manquerait ainsi à ses traditions et à tous ses devoirs.

A. Haller,

Membre de l'Institut.
Professeur à la Sorbonne.

GALILÉE

ET LES PRINCIPES DE LA DYNAMIQUE

Ce n'est point un vain titre que celui du dernier ouvrage de Galilée, imprimé à Leyde, chez les Elzevirs, en 1638 : *Discorsi e Dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze, attenenti alla Meccanica ed i movimenti locali*. C'est, en effet, de ce livre que datent, d'une part, la Résistance des matériaux : de l'autre, la Dynamique rationnelle¹. Pour cette dernière science en particulier, les démonstrations mathématiques de Galilée ont créé de toutes pièces le modèle à imiter : elles ont enseigné comment on pouvait effectivement procéder dans le domaine de la Mécanique ainsi que les Anciens avaient procédé dans celui de la Géométrie, en déduisant, d'un petit nombre d'axiomes ou de postulats convenablement choisis, une chaîne indéfinie de conséquences inattendues.

Cependant, le mode d'exposition de Galilée diffère, sur un point essentiel, de celui qui est devenu classique. On sait que le problème qu'il a traité et complètement résolu équivaut à ce que nous appelons aujourd'hui la dynamique d'un point matériel dans le cas d'une force d'intensité et de direction constantes. Or, nous considérons ce problème comme exigeant au moins l'admission de deux principes de Dynamique : celui de l'inertie et celui de l'indépendance de l'effet d'une force et du mouvement antérieurement acquis, et nous commençons par poser ces principes, que Galilée admettait, d'ailleurs, tout comme nous (bien entendu, cependant, sous d'autres formules).

Tout à fait différente est la marche que suit le traité latin *De Motu locali*, inséré dans les Journées III et IV du dialogue des *Nouvelles Sciences*, et qui en constitue le fonds. Il est à peine utile de remarquer que le concept du point matériel n'existe point pour Galilée, qui, d'ailleurs, ne distingue point encore la masse et le poids d'un

corps; il dit simplement un *mobile*, cependant en le représentant déjà par un seul point. Mais, ce qui est surtout digne d'attention, c'est que Galilée évite absolument de parler de forces (ou de poids), et que ses postulats revêtent, par suite, une forme tout à fait spéciale.

1

Tout d'abord il définit le mouvement uniforme et en déduit les propriétés; puis il passe au mouvement uniformément accéléré, comme étant le plus simple après le mouvement uniforme, et remarque seulement, dans un préambule, que ce mouvement uniformément accéléré doit être considéré comme étant le mouvement naturel des corps graves qui descendent. Il invoque à cet égard des raisons *a priori*, qu'il ne développe, d'ailleurs, que très peu, mais qu'il déclare confirmées par des expériences établissant après coup la validité des conséquences de la théorie.

Galilée pose ensuite, comme étant le seul postulat qui lui soit nécessaire, qu'il y a égalité de vitesse pour une même hauteur de chute verticale, dans les descentes d'un même mobile suivant des plans diversement inclinés.

De la définition du mouvement uniformément accéléré, il déduit la loi des carrés des temps, développe la théorie du mouvement vertical et du mouvement sur des plans inclinés, puis montre que la vitesse acquise par un grave qui descend lui permet de remonter précisément à la même hauteur.

Arrivant enfin au mouvement des projectiles, il invoque cette fois, dans le préambule et sous la forme qui suit, les principes indispensables :

« Je conçois un mobile lancé sur un plan horizontal et j'écarte par la pensée tout empêchement; il est déjà constant, par ce qui a été dit ailleurs, que son mouvement sur ce plan sera uniforme et perpétuel, si le plan s'étend indéfiniment; mais,

¹ *Rationnel*, orthographe de l'auteur. [NOTE DE LA RÉD.]

si nous concevons le plan comme limité et d'ailleurs en élévation, le mobile, que je conçois comme doué de gravité, arrivé à l'extrémité du plan, continuera à progresser, en surajoutant à ce premier mouvement uniforme et indélébile, celui de descente tenant à sa propre gravité, en sorte qu'il en résultera un certain mouvement composé du mouvement horizontal uniforme et du mouvement de descente verticale, uniformément accéléré... »

Pour bien spécifier la position que prend Galilée dans ce traité *De Motu locali*, je traduirai également les passages les plus caractéristiques de l'autre préambule, auquel j'ai déjà fait allusion :

« Puisque, pour la descente des graves, la Nature emploie un certain mode d'accélération, nous découvrirons la théorie de ces effets, si la définition que nous allons donner de notre mouvement accéléré est bien d'accord avec l'essence du mouvement... La Nature se sert, dans toutes ses œuvres, des moyens les premiers, les plus simples, les plus faciles... Quand je remarque qu'une pierre, tombant d'en haut à partir de l'état de repos, acquiert successivement de nouveaux accroissements de vitesse, comment ne croirai-je pas que ces accroissements doivent se faire selon la raison la plus simple et qui se présente avant toute autre?... »

II

Malgré la date tardive de sa publication dans le dialogue des *Nouvelles Sciences*, le traité *De Motu locali* a certainement été conçu dès les premières années du XVII^e siècle, époque à laquelle Galilée parvint à l'ensemble des résultats capitaux contenus dans ce traité. Des fragments remontant à cette période, et publiés dans la nouvelle édition des *Opere di Galileo Galilei* (vol. VIII, 1898), attestent que de bonne heure la rédaction en était déjà très avancée. C'est cependant un problème qui, désormais, est probablement insoluble que celui de savoir jusqu'à quel point la rédaction primitive a été successivement développée ou transformée. En particulier, le mode d'exposition choisi par Galilée et que nous avons indiqué, est-il véritablement son dernier mot, le terme définitif d'une longue évolution de sa pensée? faisait-il, au contraire, déjà partie du plan primitif? ou enfin faut-il le rapporter à une période intermédiaire? Voilà ce qu'il importerait de savoir.

Je vais dire pourquoi la seconde de ces trois alternatives me paraît la plus probable, quelque singulier que le fait puisse paraître à certains égards. Il s'agit d'ailleurs de débrouiller, autant que possible, une autre énigme, celle des motifs qui ont fait différer à Galilée pendant trente ans la

publication de découvertes qui lui donnaient le juste orgueil d'avoir créé une nouvelle science.

La première occasion de retard fut, bien entendu, celle de l'invention du télescope, qui assura à Galilée, dans un tout autre domaine, une gloire immédiate et non moins éclatante que celle qu'il pouvait déjà espérer de la postérité. Le voilà, à un âge déjà mûr, entraîné dans une série de nouvelles occupations, et en même temps engagé dans des polémiques avec les détracteurs de son génie. Il se met à dos tous les fidèles d'Aristote et se trouve compromis une première fois au sujet de l'opinion de Copernic. C'était, semble-t-il, le moment, pour lui, de consacrer les années de recueillement relatif qui suivirent à achever l'œuvre commencée depuis si longtemps, à laquelle il n'avait pas cessé de rêver. Sa publication ne pouvait manquer de le fortifier, et n'entraînait aucun risque pour lui, car toute polémique contre Aristote est soigneusement écartée du plan d'exposition que nous avons vu; le traité est exclusivement mathématique; les nouvelles idées introduites sont ramenées au minimum strictement indispensable.

Une fois cette tâche terminée, Galilée n'en eût été que plus fort pour reprendre celle de la défense de Copernic.

Eh bien! par une faute de tactique qui semble singulière chez un vieillard assagi et profondément expérimenté, il va attendre patiemment de longues années l'occasion qu'il croira assez favorable pour essayer, avec les *Massimi Sistemi*, pour Copernic, mais surtout contre Aristote, le dangereux coup de partie qu'il perdit devant le pape Urbain VIII.

Le dialogue des *Nouvelles Sciences* se présente comme une continuation du célèbre ouvrage de 1632 (les interlocuteurs, notamment, sont les mêmes; il a donc été conçu et exécuté après les *Massimi Sistemi*; mais, toutefois, cela ne vaut que pour les deux premières Journées, consacrées à la Résistance des matériaux; la seconde, d'ailleurs, est brusquement arrêtée; les deux suivantes sont remplies, sans explication préalable, par le traité *De Motu locali*, coupé, de place en place, avec quelques rares développements dialogués. L'œuvre littéraire, dans toute cette dernière partie, est à peine ébauchée.

Évidemment Galilée, surpris par les événements et voulant sauver le plus tôt possible ce qui lui restait de plus précieux dans son trésor scientifique, a adopté, au dernier moment, pour son traité *De Motu locali*, un mode de publication pour lequel il ne l'avait point conçu. La précipitation avec laquelle le nouveau plan a été exécuté rend improbable une refonte, à cette date, de la rédaction antérieure.

III

Remarquons maintenant ce que Galilée dit, dans le passage que nous avons traduit de son préambule, sur le mouvement des projectiles; son énoncé du principe de l'inertie serait fondé sur ce qu'il aurait déjà longuement développé ailleurs. A la vérité, on le déduirait aisément du postulat relatif au mouvement sur les plans inclinés et de la suite des théorèmes qui en découlent. Mais il est bien improbable que ce soit là ce qu'a voulu dire Galilée; ou bien le traité *De Motu locali* avait contenu des considérations supprimées comme faisant double emploi avec celles qu'on trouve dans les *Massimi Sistemi*; ou bien, ce qui est un peu plus probable, il avait été conçu par Galilée comme ne devant être publié qu'après un ouvrage de polémique contre la Dynamique d'Aristote; ou enfin, ce que je croirais volontiers, il s'agit d'un simple renvoi au *Massimi Sistemi* ajouté en dernier lieu.

C'est, en tous cas, là que se trouve le nœud de la question que nous agitions, que nous touchons le fil qui va nous conduire à l'explication de cette faute de tactique apparente signalée tout à l'heure. En réalité, l'homme qui, à cette époque critique, a le plus introduit de vérités nouvelles avec le moindre cortège d'erreurs, Galilée, n'avait nullement le tempérament d'un novateur. On le voit assez au retard subi par la publication de sa théorie dynamique. Une fois qu'il en est en possession, il en combine le mode d'exposition suivant un moule artificiel, qui a dû exiger de longues et profondes méditations pour éviter une opposition formelle avec la Physique d'Aristote, et pour glisser, au milieu d'une théorie mathématique, de façon à attirer le moins possible l'attention des Scolastiques, les deux principes fondamentaux de la nouvelle doctrine. Mais, ce tour de force accompli, il se rend compte, avant d'avoir mené à fin tous les développements mathématiques de son Traité, que ses précautions ont été vaines; car à ce moment (après ses découvertes astronomiques et à leur sujet), il est déjà en butte à des attaques directes et il sent grandir contre lui l'hostilité des Péripatéticiens. Il est désormais trop en vue et trop jaloux pour que l'on ne découvre pas, dans sa théorie mathématique du mouvement, l'opposition latente contre Aristote.

Or, si Galilée n'a point, comme je l'ai dit, le tempérament du novateur, c'est-à-dire s'il ne se dévouera pas, en écartant toute considération personnelle, à la propagation immédiate ou, au moins, la plus rapide possible, de ses opinions ou de ses convictions, il a, au contraire, le tempérament du polémiste, en ce sens qu'il ne reculera pas devant la lutte commencée, et surtout que, toutes les fois

qu'il se jugera touché directement, il se défendra avec âpreté et ténacité. Pris à partie au nom d'Aristote, il va s'en prendre désormais directement à Aristote; il va rentrer dans la voie logique, dont tout d'abord il s'était écarté, et faire table rase de la Dynamique d'Aristote avant d'exposer la sienne. Mais, pour ce faire, il lui faut soutenir l'hypothèse copernicienne, car, en réalité, c'est sur cette hypothèse que reposent les deux principes qu'il postule. Voilà, ce me semble du moins, comment on peut le mieux donner l'explication cherchée; voilà le motif qui a déterminé la conduite de Galilée pendant les vingt-cinq dernières années de sa vie.

IV

Mais il me faut justifier plus amplement ce que je viens de dire sur la liaison logique et historique entre les principes de l'inertie et de l'indépendance du mouvement antérieur d'une part, et, de l'autre, l'hypothèse de Copernic. C'est, d'ailleurs, un point qui, par lui-même, mérite d'être mis pleinement en lumière, d'autant qu'il est le plus souvent méconnu dans les expositions courantes des principes de la Dynamique.

Remarquons, tout d'abord, que l'adoption explicite ou implicite des deux principes dont il s'agit ici est, dans la première moitié du xvii^e siècle, et dès avant les publications de Galilée, la pierre de touche qui distingue les Coperniciens de leurs adversaires¹. La question de priorité est oiseuse à ce sujet. L'habitude s'introduit aujourd'hui de réserver nommément le second principe au savant italien, et d'attribuer le premier à Kepler; cet errement ne se justifie guère, car l'un et l'autre principes se retrouvent à peu près aussi clairement dans les *Commentaires sur les mouvements de Mars*, de 1609, c'est-à-dire bien avant 1632. Mais, dès le commencement du siècle et avant ses découvertes en Dynamique, Galilée était lui-même copernicien, de sorte qu'entre lui et Kepler la question de la priorité réelle et même celle de l'indépendance réciproque se trouvent insolubles; au reste, elles n'ont point d'intérêt véritable, car, d'un côté, il s'agit de penseurs assez originaux pour que tout ce qu'ils conçoivent soit marqué à leur sceau particulier; d'autre part, en science, le grand point n'est pas d'énoncer des principes, mais de les faire servir à la construction d'une théorie. Or, à cet égard, il ne peut même y avoir débat: tout l'honneur appartient à Galilée.

Ce qu'il importe, c'est de savoir comment, soit Galilée, soit Kepler, soit tout autre savant de la même époque, a pu être conduit à adopter des principes en désaccord absolu avec les opinions dominantes. Faut-il transformer Galilée, par

exemple, ainsi qu'on le fait trop souvent, en un savant qui procède exclusivement par expérience, qui fonde toute théorie sur la seule observation des faits? Je montrerai plus loin que cette opinion est aussi radicalement erronée que celle qui considère les principes de Dynamique comme directement établis sur l'expérience. Faut-il se rallier à la conjecture que le principe de l'inertie aurait été formulé par retour aux idées de Démocrite, et comme suite du mouvement intellectuel qui se prononça, dès le xvi^e siècle, contre la tyrannie d'Aristote? Il suffit de remarquer que, dans les fragments qui nous restent sous le nom du philosophe d'Abdère, il n'y en a pas un seul qui puisse suggérer à personne la notion de l'inertie, et que ses conceptions à ce sujet doivent être devinées d'après la polémique qu'Aristote a dirigé contre lui. Or, ni Galilée, ni Kepler ne sont des ennemis systématiques d'Aristote, comme le sera Bacon: ils n'ont pas l'esprit fait pour aller s'attacher à une doctrine, pour cela seulement que le Stagirite l'a combattue. Ils ont obéi à un motif plus impérieux et plus décisif.

V

Mais, pour apprécier pleinement ce motif, il convient de considérer tout d'abord quels étaient les principes dynamiques d'Aristote, comme on continuait, d'ailleurs, à les enseigner couramment au xvii^e siècle. Leur exposé permettra, en même temps, de juger, par comparaison, de l'importance du progrès réalisé par Galilée.

Aristote distingue les mouvements en deux sortes: les mouvements naturels et les mouvements violents. La nature de chaque être comporte, d'après lui, le principe du mouvement et du repos de cet être, en tant que ce mouvement et ce repos ne sont point occasionnés accidentellement par une action extérieure. Une telle action est, au contraire, une *violence* (*βίη, βίης*).

Les mouvements naturels diffèrent suivant les corps; la substance céleste compose des sphères animées de mouvements de révolution uniformes (Aristote concevait ces sphères comme nécessairement concentriques à la terre, suivant le système astronomique d'Eudoxe; mais, depuis l'introduction de la machinerie des épicycles d'Hipparque et de Ptolémée, cette condition avait été abandonnée par l'École).

Ces mouvements de révolution uniformes des sphères célestes sont ainsi conçus comme ayant une cause¹ *permanente* et *interne*, en même temps

que *constante*. Si l'action de cette cause cessait, le mouvement s'arrêterait instantanément; il n'y a aucune action extérieure; le moteur immobile (le Dieu d'Aristote) est seulement un objet de désir. Lui ressembler autant qu'il est possible au mobile de ressembler à l'immuable, c'est le but proposé à la nature des corps célestes; mais ce prétendu moteur n'agit pas plus qu'il ne peut subir d'action.

Les mouvements naturels des quatre éléments sublunaires sont verticaux et dirigés vers le centre du monde pour les corps pesants (terre et eau), vers la périphérie pour les corps légers (air et feu); la cause de leur mouvement est encore regardée comme *permanente* et *interne*, mais non plus comme *constante*. Aristote connaît, en effet, l'accélération des mouvements de descente ou d'ascension, mais il l'attribue à ce que la cause varie en augmentant à mesure que le corps se rapproche du but vers lequel il tend. Il regarde, d'ailleurs, cette cause comme mesurable à chaque instant d'après la vitesse qui est son effet direct.

Quant aux mouvements violents, l'action extérieure qui les détermine ne doit nullement être regardée comme imprimant au corps mû une force perpétuant son mouvement. Si celui-ci se continue, en effet, lorsque l'action a cessé, si le projectile lancé par la main ne tombe pas aussitôt de son mouvement naturel, suivant la verticale, c'est que l'action du milieu ébranlé par la projection se substitue à l'action qui a cessé et entretient, pendant un certain temps, le mouvement violent. Quoi qu'il en soit de cette continuation du mouvement, il est suffisamment clair, d'ailleurs, qu'Aristote regarde l'action extérieure violente comme produisant instantanément, à chaque moment, une vitesse qui ne persiste point. Sous ce rapport, l'action externe est absolument assimilable à l'action interne.

Il ressort de cet exposé qu'Aristote n'a aucune notion correspondant à celle de la force, au sens moderne du mot. Il nie, aussi nettement que possible, l'inertie et le mouvement antérieurement acquis, éléments essentiels de notre conception actuelle. Il n'y a d'assimilation possible entre sa doctrine et les nôtres qu'en ce qui concerne ce qu'on appelle les *forces instantanées*; mais cette dernière notion est précisément une curieuse survivance des dogmes de l'École, et elle jure si outrageusement avec toutes celles auxquelles elle est accouplée, qu'elle est sans doute condamnée à disparaître bientôt sans retour.

S'il n'a pas la notion de la force, Aristote n'a,

¹ J'emploie ce mot au sens de la terminologie actuelle; dans celle d'Aristote, la *cause* est le moteur immobile, être transcendant; tandis que le *principe* est immanent aux corps célestes. De même pour les mouvements des corps

sublunaires; celui des sphères célestes est, à leur égard, une *cause seconde*. Mais, cette remarque faite au point de vue de l'exacitude littérale, je crois sans intérêt de m'arrêter ici à ces subtilités métaphysiques.

dès lors, bien entendu, aucun mot pour représenter cette notion en général. Le terme de *puissance* (δύναμις, *potentia*) a, dans son langage technique, une acception particulière; il signifie seulement *possibilité*, et c'est ainsi que sa célèbre définition du mouvement¹ doit être comprise (le passage de la possibilité à la détermination). Si donc Aristote emploie ce terme de *puissance* pour désigner une force, un poids, par exemple, à l'état statique ou bien dans une machine simple, il faut bien admettre qu'il n'entendait par là qu'une possibilité de mouvement (d'ailleurs plus ou moins grande et susceptible de mesure). Bien plus, rien ne nous prouve qu'aucun des mécaniciens de l'Antiquité l'ait entendu autrement.

C'est précisément le défaut, dans la langue scientifique, d'un terme approprié au concept moderne qui a fait hésiter, au XVII^e siècle, entre le mot de *puissance* et celui de *force* (correspondant au latin *vis*, mais ayant, comme ce dernier, une signification beaucoup plus ambiguë que le grec *βίς*). Quant à Galilée, nous avons vu comment, dans son traité *De Motu locali*, il se passe du concept et du terme correspondant; mais, dans les *Massimi Sistemi*, il n'en paraît pas davantage sentir le besoin, et se conforme au langage d'Aristote, sauf à employer, très rarement, une expression passablement vague, celle de *virtù*², dans des cas où nous dirions naturellement *force*.

VI

Si, pour juger le système dynamique d'Aristote, on fait abstraction des préjugés qui dérivent de notre éducation moderne, si l'on cherche à se replacer dans l'état d'esprit que pouvait avoir un penseur indépendant au commencement du XVII^e siècle, il est difficile de méconnaître que ce système est beaucoup plus conforme que le nôtre à l'observation immédiate des faits. Ce qu'on peut lui reprocher dans son ensemble, c'est précisément de s'en tenir trop fidèlement à une observation que nous qualifions désormais de grossière, de ne pas lui avoir substitué une analyse expérimentale suffisamment profonde. Il y a, toutefois, une exception qui concerne le rôle du milieu dans

la conservation des mouvements violents; évidemment la conception de ce rôle n'est nullement dérivée de l'expérience; c'est une vue théorique, liée au rejet de l'hypothèse de l'existence du vide absolu, considéré comme inconcevable. C'est dire que ce rôle du milieu n'est point une invention d'Aristote; on le trouve déjà formellement supposé par Platon; il est ainsi une conséquence de la doctrine éleatique, adoptée sur ce point par le Maître, et qui n'était alors contredite que par Démocrite.

Que cette conception ne soit d'ailleurs nullement absurde en elle-même, il suffira, pour le montrer, de rappeler qu'il y a vingt-cinq ans environ, elle a été reprise dans la *Revue scientifique* avec application à l'éther. Supposer que la matière pondérable est absolument inerte et que la continuation du mouvement qu'elle acquiert, aussi bien que les attractions et répulsions entre ses molécules, soit due à l'action du milieu où elle est plongée, est en effet une hypothèse qui aurait théoriquement l'intérêt d'écarter la question des frottements de l'éther dans la conception mécanique de l'univers. Mais, évidemment, nous n'en sommes pas encore à cela près pour déterminer dans quel sens il faut entendre, à cet égard, l'application de la formule actuelle du principe de l'inertie, de façon à la maintenir en accord avec les observations astronomiques.

Le système d'Aristote est, sans contredit, insuffisant pour constituer une Dynamique rationnelle, puisque, comme on l'a vu, il y manque des notions indispensables pour la construction d'une théorie mathématique. Mais, pour combler cette lacune, il n'y aurait point de difficultés insurmontables, malgré la distinction primordiale en corps de nature différente sous le rapport du mouvement, distinction absolument contraire aux tendances de l'abstraction mathématique, qui réclame des postulats absolument universels. Sous ce rapport, il y a, en particulier, dans le système d'Aristote, un vice logique, en ce que le rôle du milieu n'est pas conçu d'une façon identique dans les mouvements violents, où il conserve le mouvement acquis, et dans les mouvements naturels, où il n'intervient point.

Mais, somme toute, il n'y avait, dans ces lacunes et ces incohérences, rien qui fut suffisant, au temps de Galilée, pour justifier la destruction complète du système.

VII

Comment fut-il cependant amené à regarder cette destruction comme nécessaire? Quelle est, à cet égard, la valeur de l'opinion traditionnelle qui le représente, dès le début de sa carrière, comme le champion, contre Aristote, de la méthode expérimentale?

¹ « L'acte (la réalisation) du possible, en tant que possible. » — Chez les Grecs, *κίνησις* désigne le changement en général; c'est pourquoi Galilée dit encore, en terme d'École, *mouvement local* (c'est-à-dire changement suivant le lieu). — La définition d'Aristote n'a d'intérêt que comme formule générale; appliquée au *mouvement local* (la réalisation de la mobilité dans le mobile), elle se réduit à une pure tautologie.

² Dans quelques passages des *Nuove Scienze*, il emploie, au contraire, le mot *forza* en l'appliquant tantôt à la *puissance*, tantôt à la *violence*. Mais il est difficile de reconnaître exactement s'il entend donner un sens précis à ce terme vulgaire, et si ce sens est bien le nôtre.

Qu'il ait eue le génie de l'observation et de l'expérience, cela est bien clair. Sa découverte, si précocce, de l'isochronisme des oscillations du pendule ne donne lieu, sur le premier point, à aucune réserve; mais elle n'a jamais eu rien à faire ni pour ni contre Aristote, d'autant que Galilée a toujours présenté cet isochronisme comme un fait expérimental, qu'il n'en a jamais tenté l'explication théorique, et que même il a toujours cru que la durée des oscillations était absolument indépendante de l'amplitude de l'arc. L'invention du pendule est donc précisément un de ces exemples, fréquents dans l'histoire des sciences, de la fécondité d'une observation grossière, mais pratiquement utile, quand bien même elle ne répond à aucune des prétendues exigences de la méthode moderne.

Quant à la célèbre expérience de la tour de Pise, elle a simplement eu pour but de prouver qu'une livre de plomb tombe aussi vite que deux livres de plomb. Mais Aristote n'a jamais dit le contraire, et le fait était parfaitement admis dans les ouvrages classiques médiévaux sur la matière (par exemple Jordanus Nemorarius : *De Gravi et levi*). Qu'à Pise, quelque scolastique ait sollicité des textes d'Aristote mal compris, pour en déduire une conséquence évidemment absurde *a priori*, et que Galilée ait institué une expérience pour en montrer la fausseté, c'est là une circonstance accidentelle qui peut prouver les abus de la scolastique, mais dont il ne faut pas exagérer l'importance. Jamais ni Aristote ni l'École n'ont refusé de faire appel à l'expérience; seulement on ne savait pas faire des expériences précises et concluantes, ce qui est toute la difficulté. Or, à cet égard, Galilée est certainement un des maîtres de la pensée moderne, parce qu'il a, le premier, sur des exemples déterminés, montré de quelles précautions il fallait s'entourer et quelle ingéniosité il fallait dépenser pour aboutir à un résultat valable; mais il ne l'a fait que beaucoup plus tard (par exemple, dans les *Discorsi* de 1612 sur les corps flottants ou en mouvement dans l'eau) et toujours pour justifier une théorie conçue *a priori*, non pas pour la constituer *a posteriori*.

Nous possédons d'ailleurs, aujourd'hui, du temps de l'expérience de Pise, des *juvenilia* de Galilée sur le mouvement et en particulier sur la pesanteur. Nous pouvons en conclure qu'avec plus de liberté d'esprit que ses collègues, il n'avait pas encore des idées beaucoup plus justes; il admet même, comme faits d'expérience, des erreurs dont le seul énoncé appelait la critique, par exemple, qu'au commencement de la chute des graves, le mouvement est plus rapide qu'immédiatement après, et que l'accélération de la chute ne commence qu'après ce premier retardement. Nous

n'apercevons, dans ces essais, qu'une idée réellement importante, parce que Galilée la suivra patiemment et y restera toujours attaché; c'est que la doctrine d'Aristote sur la pesanteur, et en particulier la distinction des corps graves et des corps légers, est incompatible avec le principe d'Archimède et avec les conséquences qu'en a déduites le géomètre de Syracuse. C'est donc l'esprit mathématique d'Archimède qui a été le premier inspirateur de Galilée; c'est Archimède qu'il a surtout étudié profondément et qui restera toujours son guide avoué.

Un autre mécanicien, qui a eu une grande influence sur l'évolution scientifique de la Renaissance, ne paraît point en avoir sensiblement exercé sur Galilée. C'est par la préface des *Pneumatiques* de Héron d'Alexandrie, beaucoup plus que par Lucrèce, que la conception de la matière comme formée de molécules séparées par de petits vides, a été alors introduite et s'est répandue. Une telle hypothèse, acceptée d'ailleurs en fait dans l'École même d'Aristote dès la seconde génération, ne suscitait pas des scrupules aussi vifs que les doctrines malfamées d'Epicure. Mais cette question n'est point de celles auxquelles s'attaque Galilée, quoiqu'il adopte comme probable cette opinion des petits vides; car c'est une marque particulière de son génie, à côté de la plus large fantaisie comme spéculations, que d'écarter avec soin et de considérer comme n'existant pas, quand il s'agit des fondements à donner à la science, tout problème qui ne lui paraît pas actuellement susceptible de solution.

VIII

Nous aboutissons donc à cette conclusion qu'il est également improbable que les deux premiers principes de la Dynamique aient été conçus *a priori* (pour remplacer un système condamné comme insuffisant), ou qu'ils aient été établis *a posteriori* (en suivant les procédés de la méthode expérimentale). Tout au contraire l'origine de ces principes s'éclaire immédiatement, si l'on rapproche l'hypothèse copernicienne des thèses d'Aristote: ces principes ont été, de fait, des machines de guerre construites pour défendre le système de Copernic, et elles sont, non seulement si appropriées à ce but, mais encore si indispensables qu'on doit les considérer comme des conséquences immédiates de ce système, conséquences déjà déduites par son auteur. S'il ne les a pas formulées explicitement, ce n'est pas moins jusqu'à lui qu'il faut les faire remonter logiquement.

Aristote donnait une explication (théologique, ce qui aggravait la difficulté) pour le mouvement diurne attribué à la sphère des fixes. Cette explica-

tion était interdite à Copernic, qui attribuait le mouvement à la Terre. Il lui était tout aussi impossible de faire regarder la rotation de notre globe, soit comme un mouvement naturel, soit comme un mouvement violent, au sens d'Aristote. La perpétuité de cette rotation ne pouvait se concevoir que comme un fait, n'ayant pas d'autre explication que le fait de son existence antérieure : or c'est là le principe de l'inertie.

D'autre part, l'hypothèse de la rotation de la Terre avait soulevé, dès l'Antiquité, l'objection très naturelle, notamment consignée par Ptolémée, que cette rotation troublerait tous les mouvements que nous observons à la surface. Il était donc nécessaire d'affirmer, pour contredire cette objection, que le mouvement communiqué persiste dans les corps devenant libres, et par suite n'apparaît pas pour nous.

Or, que ce soit dans ce sens que Galilée entend le principe de l'indépendance du mouvement antérieurement acquis, c'est que l'on voit clairement quand il affirme, dans les *Massimi Sistemi*, que tout se passe, absolument et rigoureusement, à la surface de la Terre, comme s'il n'y avait pas de rotation.

Il ne fait qu'une exception, d'ailleurs malheureuse, pour les marées, qu'il cherche très ingénieusement à expliquer par la rotation de la Terre, sans se soucier de l'observation, déjà courante chez les Anciens, qui reliait les périodes du flux à celles du mouvement de la Lune. Tout au contraire, il calculera la durée de la chute d'un grave sur la Terre depuis la sphère de la Lune en regardant la trajectoire comme verticale; ainsi il n'a aucune idée de la déviation vers l'est, et il ne paraît point que la rectification nécessaire pour l'exactitude du principe ait été faite avant Newton.

IX

Encore de nos jours, il n'y a pas d'argument plus valable à invoquer du côté expérimental, à l'appui du principe d'inertie, que le fait de la constance et de l'uniformité du mouvement diurne. Ce qu'on ne remarque pas d'ordinaire, mais ce qu'il conviendrait de mettre en lumière dans l'enseignement, c'est que ce principe renferme tout d'abord une définition du temps, en tant que mesuré par un mouvement de rotation qu'on a tout lieu de regarder comme s'effectuant en dehors de toute action externe ou interne ou sous l'influence d'actions se contrebalançant exactement, sans qu'il soit d'ailleurs, bien entendu, possible d'instituer à cet égard aucune démonstration en règle. En second lieu, on convient, par analogie, de regarder comme absolument libre, ou comme soumis à des actions

se contrebalançant, un corps animé d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme. Il y a une définition négative de la force, suffisamment en accord, pour une expérience grossière, avec la notion statique (*puissance* d'Aristote). Enfin on prouve que l'analogie invoquée est suffisante, parce que, au moyen de nouveaux postulats plus ou moins déguisés (construction des concepts de point matériel et de forces de liaison dans les solides invariables), on peut démontrer que la formule admise pour le principe d'inertie suffit à établir l'uniformité de rotation d'un solide invariable libre autour de l'un de ses axes principaux d'inertie. On ferme ainsi le cercle qui a été ouvert, mais on n'en sort pas; on est parti d'une hypothèse, on la retrouve.

Même la célèbre expérience de Foucault ne prouve, en bonne logique, la rotation de la Terre que si l'on admet la fixité absolue des axes rapportés aux étoiles, ce qui est, au fond, l'hypothèse même de Copernic. Celle-ci est donc la base fondamentale de l'édifice de la Dynamique moderne, de même que l'hypothèse de Newton sur la gravitation universelle en est la base supérieure, puisqu'elle entraîne le principe de l'égalité entre l'action et la réaction.

Le second principe de Galilée, celui de l'indépendance du mouvement antérieurement acquis, commence la définition positive du concept de force, en conduisant immédiatement à l'un des éléments de la mesure, à savoir l'accélération. L'autre élément, la masse, est un nouveau concept qui ne peut être constitué avant d'avoir admis le troisième principe de la Dynamique, celui de l'indépendance des effets des forces, ce qui montre bien que ce troisième principe est essentiellement différent du précédent. Galilée s'arrête avant de faire ce nouveau pas en avant; on a vu par quel postulat il évite, pour les mouvements sur le plan incliné, la question de la décomposition des forces. Quant au mouvement d'un système de poids contrariés, il ne le traite point.

Nous ne pouvons donc nous prononcer en toute certitude sur la façon dont il eût posé la question. D'ailleurs, en réalité, le concept de masse n'a pas été constitué avant Newton; quoique l'idée de la variabilité de la pesanteur avec la distance au centre de la Terre eût hanté avant lui de nombreux esprits, et en particulier celui de Galilée, on ne concevait aucun moyen de constater expérimentalement cette variabilité, pas plus que d'appliquer une commune mesure aux corps sublunaires et aux corps célestes¹.

¹ Je reviendrai, dans une étude ultérieure, sur l'histoire du principe de l'indépendance des effets des forces.

X

Bornons-nous donc à considérer le second principe ; nous avons vu que, sous sa forme générale, dans les *Massimi Sistemi*, Galilée le conçoit inexactement en le supposant vrai pour les mouvements de rotation acquis (au moins autour du centre de la Terre) comme pour les mouvements de translation. Dans le traité *De Motu locali*, au contraire, il le formule rigoureusement en le limitant aux mouvements de translation, mais il n'en propose aucune vérification expérimentale dans le cas où le mouvement antérieur n'est pas dirigé suivant la force accélératrice. C'est uniquement dans le cas où la direction est la même (cas qui se ramène facilement à celui de la simple chute), qu'il a procédé à des expériences pour constater la valeur pratique de la règle des carrés du temps, théoriquement établie *à priori*. Ces expériences furent faites avec une pièce en bois, d'une longueur de douze brasses environ, dont l'inclinaison pouvait varier à volonté. Un canal, large d'un doigt environ, était creusé le long de cette pièce et garni de parchemin ; on y faisait descendre une bille de bronze. Le temps était mesuré en pesant une quantité d'eau écoulée sous niveau à peu près constant pendant la descente. Quelles qu'aient été les précautions prises pour assurer l'exactitude de l'expérience et en particulier pour diminuer les frottements, il est évident que la vérification portait seulement sur ce point que lorsque la hauteur de chute est assez faible pour que la résistance du milieu et les frottements n'altèrent pas encore sensiblement la vitesse, la règle des carrés du temps peut être considérée comme valable expérimentalement. Bien entendu, Galilée ne l'entendait pas autrement ; mais il est également clair que, restreinte dans ces conditions, l'expérience ne peut sérieusement justifier, ni la règle en elle-même, ni le principe sur lequel elle repose. Si l'on faisait d'ailleurs des expériences avec de plus grandes hauteurs de chute, elles pourraient uniquement servir, en supposant vraie la règle des carrés du temps, à déterminer les effets dus à la résistance du milieu et à la variation de la pesanteur.

Les contemporains de Galilée qui ont critiqué sa théorie n'ont pas fait un appel plus décisif à l'expérience, et l'on ne voit point que ce soit elle qui ait prononcé entre sa formule et celle de Baliani¹, par exemple. Deux objections, qu'il avait d'ailleurs prévues, lui furent surtout faites.

La première est relative à l'existence d'un milieu, qui empêche la théorie d'être absolument rigoureuse. Elle fut en particulier soutenue par Descartes, qui, avant d'admettre sa matière subtile et de se prononcer contre l'existence du vide, avait précisément manqué vers 1619, par une faute de raisonnement singulière, la déduction théorique de la règle des carrés du temps¹. Cette objection, qui n'est pas levée au principe, maintient en fait le caractère *à priori* de la règle en question, et empêche de la considérer comme une loi empirique. Mais précisément le trait du génie de Galilée est d'avoir négligé l'action du milieu pour construire une théorie mathématique.

La seconde objection tint à la difficulté que l'on trouva à concevoir une vitesse initiale nulle. Avec les habitudes d'esprit contractées sous l'enseignement aristotélique, on ne pouvait s'empêcher de se représenter la pesanteur comme produisant instantanément, au commencement même de la chute, une vitesse finie. La règle de Baliani, qui ne donnait pas lieu à la même difficulté, trouva, par suite, un certain accueil. Dans la polémique à ce sujet, ce fut surtout Gassendi qui défendit Galilée : Fermat l'appuya. Descartes, au contraire, quoiqu'il admette la règle de Galilée comme pratiquement valable pour de faibles hauteurs de chute, répugne toujours à l'idée d'une vitesse initiale absolument nulle.

XI

Dans le courant du xviii^e siècle, le point de vue sous lequel on considérait les principes de la Dynamique se modifia peu à peu. La Physique, en se constituant comme science indépendante, exclusivement fondée (au moins le prétendait-elle) sur l'expérience, justifia ses méthodes par des succès assez décisifs pour lui assurer pleine confiance en elle-même : elle tendit dès lors naturellement à rattacher à son domaine tout ce sur quoi l'expérience pouvait porter. Il fut donc désormais admis que les principes de la Dynamique étaient au moins induits de faits observables à la surface de la Terre ; si des expériences précises ne pouvaient être que difficilement instituées pour établir rigoureusement ces principes, on pouvait au moins vérifier leurs premières conséquences, ou plutôt, posant celles-ci comme des lois naturelles découvertes et établies par l'expérience, remonter de là aux principes qu'elles supposent théoriquement.

En particulier, pour la chute des corps, un appareil très ingénieux, la machine d'Atwood, fut construit et adopté dans l'enseignement ; il permit de

¹ Ce dernier admettait que les espaces parcourus, pendant des intervalles de temps égaux et consécutifs, croissaient suivant la série des nombres naturels. Probablement il avait fait aussi des expériences qui le satisfaisaient.

¹ Voir *Correspondance de Descartes* (éd. de Charles Adam et Paul Tannery, Paris, Léopold Cerf, t. I, 1897, p. 73).

montrer (en retardant d'ailleurs les vitesses de chute par l'emploi de poids contrariés) comment on pouvait vérifier les théorèmes de Galilée sur les relations entre les espaces parcourus, les vitesses et les temps; comment même on pouvait, en faisant varier les poids en mouvement, vérifier le principe de l'indépendance des effets des forces, dans un cas, à la vérité, très particulier, mais suffisant, à la rigueur, pour définir le concept de masse. Grâce à la continuité de l'enseignement dans ce sens, grâce d'autre part, à la glorification de plus en plus grande de la méthode expérimentale, cette conception des principes de la Dynamique a triomphé pendant la plus grande partie du siècle dernier, et l'oubli de la vérité historique a été tel que Galilée fut transformé en un expérimentateur, ayant découvert, avec ses plans inclinés, les lois de la chute des corps.

Une réaction devait se prononcer à partir du moment où, pour continuer sa marche en avant, la Physique dut faire de nouveau appel aux Mathématiques, et perdit ainsi une partie de l'indépendance qu'elle avait conquise. Ayant à critiquer, pour les développer analytiquement, les conceptions théoriques que se faisaient les physiciens d'après leurs expériences, les mathématiciens reconnurent, avec plus de précision, les limites réelles qu'on doit imposer aux conclusions expérimentales, et revendiquèrent, sous des formes d'ailleurs plus ou moins vives, les droits de la spéculation *a priori*, droits qu'ils étendaient d'ailleurs singulièrement, dans leur domaine propre, par la création de théories empreintes d'un caractère purement hypothétique, comme les Géométries non-euclidiennes.

En ce qui concerne principalement les principes de la Dynamique, l'impossibilité *a priori* où l'on se trouve de les vérifier expérimentalement a été établie par M. Henri Poincaré au Congrès de Philosophie de 1900. Le cas est donc le même que pour le postulat euclidien sur les parallèles, mais il y a une conclusion différente à tirer, pour ce qui regarde l'enseignement; car le postulat des parallèles a été admis dès l'origine de la science: il n'y a donc qu'à le poser comme tel. Les principes de la Dynamique ont été *découverts* après deux mille ans de spéculations sur le mouvement et sur les forces (au moins à l'état statique); il y a donc à les justifier.

Or, pour cela, je ne sais point qu'on puisse prendre un meilleur procédé que celui de revenir à la vérité historique. Ce n'est point par l'observa-

tion des faits à la surface de la Terre que ces principes ont été découverts, ce n'est point de la Physique qu'ils dépendent: ils ont été construits pour l'explication des phénomènes célestes, en liaison directe (au moins les deux premiers) avec l'hypothèse de Copernic. Les corps célestes restent, d'ailleurs, les seuls qui représentent réellement les points matériels ou les solides invariables de la Mécanique rationnelle, et c'est seulement des progrès de l'Astronomie qu'on peut attendre désormais quelque nouvelle détermination relative aux concepts fondamentaux de la Dynamique (notamment sur le rôle du milieu, soit dans la propagation de la force, soit comme résistance passive).

L'exposition des lois de la chute des corps au moyen de la machine d'Atwood doit au contraire être abandonnée. Ces prétendues lois sont des théorèmes mathématiques qu'il ne faut pas présenter pour autre chose que ce qu'ils sont. L'important, en Physique, serait d'enseigner, à propos de la chute des corps (ce que l'on ne fait point), dans quelles limites ces théorèmes sont applicables, quelle est la valeur des corrections à apporter à partir de telle hauteur de la chute. Mais l'important est surtout de montrer comment se fait la science, comment on peut la faire progresser par des découvertes nouvelles; c'est de ne pas introduire à cet égard des idées fausses en consacrant à l'étude minutieuse d'appareils de simple démonstration, sur lesquels on ne peut faire que des expériences scientifiquement illusoires, un temps qu'on peut employer sur des appareils de recherche réelle.

Je ne parle pas de l'appareil du général Morin, construit beaucoup trop grossièrement pour donner même une idée favorable du procédé d'enregistrement par tracés continus, procédé d'une grande utilité pratique, mais dont il est aisé de trouver pour l'enseignement de meilleures illustrations. Il suffirait sans doute, à propos de la chute des corps, de mentionner les vérifications expérimentales de Galilée, mais encore conviendrait-il de spécifier leur portée réelle qu'il ne faut ni exagérer ni restreindre; car, si elles sont absolument insuffisantes pour établir l'exactitude illimitée des formules théoriques, elles montrent au moins que ces formules sont suffisamment conformes aux faits, dans des limites restreintes, pour qu'il convienne de les employer à titre théorique et sous les réserves nécessaires.

Paul Tannery.

Directeur des Manufactures de l'État.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Netto (Eugène), *Professeur de Mathématiques à l'Université de Giessen.* — *Vorlesungen über Algebra.* — 2 vol. in-8° de 388 et 520 pages. (Prix : 35 fr.) B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1896-1900.

Cet ouvrage vient prendre place à côté des traités classiques de Serret et de Weber. C'est dire qu'il s'agit d'une œuvre importante destinée à ceux qui, possédant à fond l'Algèbre élémentaire, désirent s'initier aux parties élevées de la science algébrique. Ils y trouveront les bases essentielles des diverses théories de l'Algèbre supérieure, présentées d'après les progrès les plus récents, progrès auxquels M. Netto a, comme on sait, largement contribué. L'auteur n'a recours qu'aux méthodes purement algébriques, sans faire intervenir d'une manière systématique les théories arithmétiques de l'Algèbre moderne. C'est en cela que ce traité diffère précisément de celui de Weber; aussi ces deux ouvrages allemands se complètent l'un l'autre et correspondent-ils aux deux tendances qui caractérisent les méthodes employées de nos jours par les divers auteurs.

M. Netto a divisé son traité en cinq parties. Le premier volume, comprenant les trois premières parties, est entièrement consacré à la Théorie des Equations algébriques à une inconnue.

L'auteur suppose connus du lecteur la Théorie des Déterminants et les éléments de la Théorie des Nombres. Il débute, comme *introduction*, par les notions élémentaires relatives aux nombres complexes, puis il examine, dans la *première partie*, les propriétés des fonctions entières et des équations algébriques : théorèmes relatifs à la continuité, existence des racines, fonctions symétriques, propriétés des résultants et des discriminants, formes quadratiques.

La *deuxième partie* a pour objet la résolution numérique des équations. On y trouve d'abord, à propos de la séparation des racines, les théorèmes classiques de Rolle, Budan-Fourier, Sylvester, Sturm, Hermite, puis la détermination des racines par approximation d'après les méthodes de Newton, Bernoulli, Lagrange.

La dernière partie du premier volume traite de la résolution algébrique des équations. Viennent d'abord les équations du deuxième, troisième, et quatrième degrés, puis la détermination des racines m^{es} de l'unité. Le célèbre problème de la division de la circonférence en n parties égales fait l'objet d'un exposé très intéressant, dans lequel l'auteur passe en revue les diverses méthodes qui résultent des travaux de Gauss, Kronecker, Lagrange et Jacobi.

Le deuxième volume contient deux parties bien distinctes (les parties IV et V de l'ouvrage complet). Dans la première, après avoir exposé les propriétés les plus importantes des fonctions entières à plusieurs variables, l'auteur étudie les équations algébriques à plusieurs inconnues. La théorie de l'élimination est examinée d'une façon très complète. Ce n'est pas un simple exposé des méthodes de Bezout, Cramer-Poisson, Kronecker, Cayley et d'autres, mais une étude comparée et critique, qui sera lue avec beaucoup d'intérêt. A signaler aussi la leçon consacrée à la théorie des caractéristiques de Kronecker, avec le théorème sur les formes quadratiques découvert par Hermite. La *quatrième partie* se termine par la démonstration du remarquable théorème de Hilbert sur l'irréductibilité d'une fonction d'un nombre quelconque de variables et renfermant un nombre quelconque de paramètres.

C'est seulement dans la *cinquième partie* que l'auteur

fait intervenir la notion de substitutions. La Théorie des groupes finis et des substitutions fait suite à l'étude des équations abéliennes; elle est limitée aux propriétés les plus essentielles. La notion de nombre algébrique et la résolution des équations algébriques donnent lieu à une série de chapitres; puis viennent les applications de la Théorie des Equations à la détermination des points d'inflexion d'une cubique plane, et à l'étude des équations résolubles d'un degré supérieur au quatrième et plus spécialement celles du cinquième degré.

H. FEHR,

Professeur à l'Université de Genève.

Graffigny (Henry de), *Ingenieur civil.* — *Les nouveaux Ascenseurs.* — 1 brochure in-12 de 160 pages avec 57 figures, de la *Petite Encyclopédie scientifique et industrielle*, publiée sous la direction de H. de Graffigny. (Prix: 1 fr. 50.) E. Bernard et Co, imprimeurs-éditeurs, Paris, 1901.

Les ascenseurs ont complètement transformé les conditions d'habitabilité dans la maison moderne, et ces appareils de levage, mis directement à la disposition du public, sont assez variés aujourd'hui pour qu'il y ait eu utilité à leur consacrer une étude spéciale, dans le but d'en faire connaître les particularités.

L'auteur de ce petit volume a distingué les ascenseurs avec puits, les ascenseurs sans puits et les ascenseurs à compensateurs. Les premiers, hydrauliques, peuvent être équilibrés par des contrepoids ou non, suivant la quantité d'eau dont on dispose, et c'est pour éviter d'une façon absolue la rupture de l'attache du piston à la cabine que l'on a été amené à adopter un autre moyen d'équilibrage que le contrepoids, comme l'ont fait notamment MM. Heurtebise et Pifre avec leurs appareils de compensation. Mais, de tous les systèmes d'ascenseurs, les plus simples sont ceux où le cylindre-presse ainsi que le piston sont radicalement supprimés, c'est-à-dire dans lesquels il n'est plus nécessaire de forer un puits de hauteur correspondant à la course de la cabine. Ici, la cage est suspendue à un câble venant s'enrouler sur un treuil actionné par un moteur quelconque, hydraulique, à vapeur, à gaz, électrique. Ce sont les ascenseurs électriques Pifre et Otis qui prennent en France le plus de développement, sous la condition, toutefois, que l'on ait affaire au courant continu, tandis que, dans les quartiers où les secteurs ne distribuent que des courants alternatifs, on a encore la ressource d'employer des ascenseurs à air comprimé. Ce rapide aperçu montre que le problème de l'élévation des personnes et des charges comporte des solutions très diverses, et la possibilité de trouver réunies, en un petit nombre de pages, la description, l'analyse et la comparaison de tous les systèmes d'ascenseurs qui ont fait leurs preuves, est une bonne fortune pour les architectes et les propriétaires désireux d'augmenter le confort de leurs immeubles. EMILE DEMENGE.

2° Sciences physiques

Jones (Harry C.), *Assistant de Chimie physique à l'Université John Hopkins (Baltimore).* — *The Theory of electric Dissociation and some of its Applications.* — 1 vol. in-8° de 290 pages avec figures (Prix cartonné: 8 fr. 75). Macmillan and Co, éditeurs, Londres et New-York, 1901.

Cet ouvrage est un exposé très net de cette partie, importante entre toutes, de la Chimie physique qui étudie la nature et la constitution des solutions étendues. Les faits et les expériences qui y sont somma-

rement mais très clairement présentés, les interprétations et les conclusions théoriques qui y sont exposées avec beaucoup de simplicité et de méthode, rendent la lecture de ce livre facile et agréable.

Dans le premier chapitre, l'auteur rappelle ce qu'on connaissait de la Chimie physique avant 1887: en particulier les rapports entre la constitution chimique des corps et leurs propriétés physiques (point d'ébullition, chaleur spécifique, volume moléculaire, viscosité, réfraction de la lumière, rotation du plan de polarisation, etc.).

Le deuxième chapitre traite des expériences et des recherches de Pfeffer relatives aux pressions osmotiques et des lois de Van't Hoff sur les pressions osmotiques.

Dans le troisième chapitre, l'auteur passe en revue un grand nombre de faits qui viennent tous corroborer l'hypothèse de la dissociation électrolytique, en particulier les propriétés additives des éléments constituant les solutions étendues (augmentation de volume résultant de la neutralisation des acides par les bases, couleur des solutions, chaleur de neutralisation des bases par les acides, pouvoir rotatoire, etc.).

Les relations qui existent entre la pression osmotique et l'abaissement du point de congélation des solutions, entre la pression osmotique et l'élévation de leur point d'ébullition, entre la pression osmotique et leur conductibilité sont exposées avec beaucoup de clarté, ainsi que les rapports trouvés entre la dissociation et l'activité chimique.

Le quatrième chapitre est consacré aux applications de la théorie de la dissociation électrolytique. Des développements sur les phénomènes électrolytiques y occupent naturellement une très large place (vitesse des ions, conductibilité, force électromotrice calculée en fonction de la pression osmotique des ions, théorie des piles, etc.).

Enfin les dernières pages contiennent l'application de la théorie des ions à certaines questions de biologie végétale et animale.

En résumé, ce livre est un précis très approprié aux besoins des étudiants qui désirent avoir une connaissance générale de la dissociation électrolytique telle qu'on la conçoit aujourd'hui. Nous ajouterons que les rares formules mathématiques qu'on y rencontre se réduisent à des expressions extrêmement simples.

A. HOLLARD.

Chef du Laboratoire central
de la Compagnie française des Métaux.

Leroy (Emile), Préparateur au Collège de France. — **Recherches thermochimiques sur les principaux alcaloïdes de l'Opium.** (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure in-8° de 60 pages, Gauthier-Villars, imprimeur, Paris, 1900.

C'est un pur travail de Thermochimie qui, comme la grande majorité des travaux de ce genre, est d'un intérêt quelque peu restreint au point de vue des résultats touchant la constitution des corps. L'auteur a déterminé les chaleurs de combustion et de formation des six principaux alcaloïdes de l'opium (Morphine, Codéine, Thébaïne, Papavérine, Narcotine, Narcéine). Ces mesures confirment, par analogie, les relations admises entre la codéine et la morphine d'une part, la thébaïne et cette dernière base d'autre part. L'étude de la chaleur de neutralisation des alcaloïdes par l'acide chlorhydrique (chlorhydrate solide et dissous) permet de les comparer au point de vue de la fonction basique.

L'auteur a, en outre, étudié, toujours au point de vue thermique, les acides opianique, hémipinique et la méconine. Il en résulte, comme on le sait déjà, que :

1° Il y a la même analogie entre la méconine et l'acide hémipinique qu'entre la phtalide et l'acide phtalique;

2° L'acide opianique et l'acide hémipinique présentent entre eux les relations d'aldéhyde à acide.

G. BLANC.

Docteur ès sciences.

Fosse Richard. — **Contribution à l'étude du β -binaphtol** (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure in-8° de 72 pages. Jouve et Boyer, éditeurs. Paris, 1900.

Ce travail est une étude d'ordre très spécial, qu'il nous est impossible de résumer ici. On y trouve d'abord un nouveau mode de préparation du binaphtol, qui consiste à oxyder une solution bouillante de β -naphtol par l'acétate de cuivre, puis la description de quelques dérivés de ce corps, éthers, acétals ou autres, l'exposé d'un grand nombre d'essais infructueux, et enfin une discussion qui conduit l'auteur à admettre que les deux restes naphtholiques du β -dinaphtol sont unis par leurs carbonés α .

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

Klöcker (Albert), Assistant au Laboratoire Carlsberg, à Copenhague. — **Die Gärungsorganismen in der Theorie und Praxis der Alkoholgärungsgewerbe.** — 1 vol. in-8° de 320 pages avec 147 figures. Max Waag, éditeur. Stuttgart, 1901.

M. Klöcker, lorsqu'il était assistant du Professeur Hansen, à Carlsberg, a dirigé les travaux des personnes qui viennent s'initier aux méthodes du grand savant danois et chercher un modèle pour l'installation d'un laboratoire industriel; comme les méthodes de Carlsberg sont suivies universellement, M. Klöcker a voulu les faire connaître dans leurs détails à tous ceux qui ne peuvent se rendre à Copenhague: chimistes, distillateurs, brasseurs, etc.

Une première partie comprend l'installation générale d'un laboratoire de bactériologie appliquée, étuves, microscopes, ballons, etc., la préparation des milieux de culture, la description des méthodes. Comme application, le contrôle de la fabrication dans les diverses industries de la fermentation est indiqué d'une façon claire et précise, et il en est de même de la manœuvre des appareils à culture pure de Hansen.

Une deuxième partie est consacrée à l'étude des ferments, et une classification nouvelle a le mérite de rapprocher les Mucorinées des levures alcooliques; l'étude des levures elles-mêmes est donnée avec suffisamment de détails, mais sans perdre de vue le caractère pratique de l'ouvrage. Les faits exposés sont démontrés, et l'on ne rencontre pas de discussions plus ou moins académiques sur des points dont le praticien n'a nul souci. Parmi les bactéries décrites, on a fait une sage sélection, en ne donnant que celles intéressant vraiment les industries de la fermentation, et avec leurs caractères essentiels. Enfin une bibliographie bien faite termine le volume.

Cet ouvrage de M. Klöcker frappe le lecteur par sa clarté et son style précis. L'auteur a voulu faire un guide pratique pour les laboratoires industriels, il a désiré que son livre fût sur la table et non dans une bibliothèque, et il nous semble qu'il a pleinement atteint ce but.

P. PETIT,
Professeur à la Faculté des Sciences.
Directeur de l'École de Brasserie de Nancy.

3° Sciences naturelles

Queva (C.), Docteur ès sciences, Maître de conférences de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille. — **Contributions à l'anatomie des Monocotylédones. I. Les Uvulariées tubéreuses.** — 1 vol. in-8° de 162 pages avec 11 planches. (Travaux et mémoires de l'Université de Lille, tome VII, Mém. 22.) Université de Lille, rue Jean-Bart, 1900.

M. Queva continue ses recherches sur l'anatomie comparée des Monocotylédones. Ce nouveau travail est une contribution à la connaissance des Liliacées si remarquables à tant d'égards.

Les recherches de l'auteur ont porté sur les genres *Gloriosa* et *Littonia*; plusieurs *Gloriosa* sont cultivés dans nos serres en raison de la beauté de leurs fleurs. Les *Gloriosa superba* et *virescens*, *Littonia modesta*

ont fait l'objet d'une étude approfondie avec des détails sur le mode de végétation et une description morphologique et anatomique des divers stades de développement jusqu'à l'état adulte. Pour comparer rigoureusement les points étudiés dans des plantes et des organes de plus en plus âgés, M. Queva a pris la précaution de déterminer exactement un certain nombre de niveaux qu'il a pris comme point de repère. C'est une précaution qu'il convient de recommander aux anatomistes; faute de la prendre, il leur arrive de comparer ce qui n'est pas comparable et de signaler des différences où il n'y a que des variations dues à l'âge relatif des organes étudiés.

Le tubercule des *Uulariées* tubéreuses est annuel chez les *Gloriosa*; il est situé à la base du troisième entre-nœud de la tige; tous les tubercules que la plante forme successivement ont la même valeur. Le premier tubercule du *Littonia* est un renflement situé à la base du second entre-nœud de la tige principale.

La tige de ces plantes renferme des faisceaux simples disposés sur deux rangs; l'externe fournit aux feuilles leurs faisceaux principaux; l'interne leur donne de petits lobes supplémentaires. Les rameaux axillaires de l'inflorescence s'insèrent très profondément sur le système des faisceaux intérieurs de la tige qui supporte l'inflorescence.

La feuille reçoit de la tige deux sortes de faisceaux; ni les uns ni les autres ne se terminent en pointe libre.

La deuxième racine des jeunes plantes montre un curieux exemple de raccourcissement. La surface se plisse, la partie centrale se contracte longitudinalement et, sous l'influence de cette traction, la plante pénètre dans le sol. Les faisceaux concentriques qui se forment entre ceux de la tige ont la valeur d'anastomoses. Les faisceaux de la tige présentent toujours une zone cambiale comparable à la zone cambiale des Dicotylédones; M. Queva en tire la conclusion qu'il est logique de considérer les Monocotylédones comme dérivant des Dicotylédones inférieures. Les cristaux d'oxalate de chaux qui se rencontrent à peu près toujours chez les Liliacées, n'existent ni dans les deux *Gloriosa* étudiés, ni dans le *Littonia modesta*.

Onze planches accompagnent ce mémoire; la lecture en serait beaucoup plus facile si les figures étaient juxtaposées au texte: c'est une habitude à recommander aux jeunes anatomistes. Les maîtres de l'Université de Lille, dont les travaux sont justement appréciés, devraient en donner l'exemple.

E. DECROCK.

Chef des travaux

à l'Institut botanique de Montpellier.

Téodoreseco (E. C.). — Influence des différentes radiations lumineuses sur la forme et la structure des Plantes. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure in-8° de 122 p., avec 4 planches, Paris, Masson éditeur, 1900.

Si l'on a fait beaucoup d'efforts pour établir l'action des diverses radiations lumineuses sur les phénomènes d'assimilation, la lumière blanche a seule été étudiée dans ses rapports avec la forme et la structure de la plante. La méthode des spectres est pratiquement inapplicable à des expériences de ce genre. C'est au moyen d'écrans absorbants que, comme la majorité de ceux qui l'ont précédé, l'auteur les a réalisées. Malgré les défauts des verres colorés, c'est à eux qu'il a eu recours; il se flatte d'avoir établi des écrans de verre rouge, bleu et vert ne laissant passer aucune radiation commune.

Cherchons à synthétiser les conclusions de son travail. La lumière verte est la plus défavorable au développement des plantes normalement pourvues de chlorophylle, les seules sur lesquelles aient porté les expériences de l'auteur. Elles y périssent rapidement, appauvries par le défaut de production de la chlorophylle, par le défaut d'assimilation; naturellement elles acquièrent une surface très faible; en somme l'étiollement est à peu près complet; il doit l'être puisqu'il ne se produit ni verdissement ni assimilation.

C'est dans les radiations bleues et indigos que les plantes poussent le mieux et présentent le maximum de développement de tous leurs tissus, exception faite pour la lumière blanche, bien entendu. Or, c'est dans les lumières bleue et violette que la transpiration est le plus énergique, que la croissance est le plus ralentie. L'auteur a constaté que, dans ses expériences, le limbe foliaire présente toujours le maximum de surface chez les plantes exposées à la lumière bleue, qu'il garde les dimensions minima dans le vert et des surfaces intermédiaires dans le rouge. Or ces surfaces sont en raison directe de la transpiration.

Plusieurs auteurs ont affirmé depuis peu que la lumière et surtout les radiations les plus réfrangibles du spectre interviennent pour favoriser la réduction des azotates et la production des substances albuminoïdes dans la plante. L'auteur y voit une des causes du bon état de ses cultures soumises aux radiations bleues.

Si l'on ajoute que les rayons verts sont nuisibles à l'action des diastases, on comprend que toutes les influences s'additionnent pour empêcher le développement et amener la mort rapide des plantes qui ne reçoivent que des radiations vertes.

En somme, il est fort peu question de la structure dans ce travail, mais du développement général de la plante dans ses rapports avec les radiations.

C. FLAHAULT.

Professeur de Botanique

à l'Université de Montpellier.

De Rouville (E.), Chef des Travaux de Zoologie à l'Université de Montpellier. — Du Tissu conjonctif comme régénérateur des Epithéliums. — (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 160 pages avec 11 planches. Delord-Berlm et Martial, imprimeurs, Montpellier, 1900.

Dans cette thèse, M. de Rouville a étudié les sujets suivants: l'intervention des cellules conjonctives pour régénérer normalement l'épithélium sus-jacent, la valeur comparative de l'amitose et de la mitose, la signification de la membrane basale et enfin la question de la spécificité des feuillettes. C'est peut-être beaucoup à la fois.

Sur des coupes d'organes variés, intestin de Crustacés, Insectes et Vertébrés, vessie urinaire, urètre et utérus, M. de Rouville a cru reconnaître que, par places, les cellules conjonctives sous-jacentes à l'épithélium pénètrent à la base de celui-ci pour y constituer des cellules de remplacement; mais, comme il se base à peu près uniquement sur la ressemblance qu'offrent dans ses coupes les noyaux conjonctifs et ceux des cellules basales de l'épithélium, on ne trouvera peut-être pas cet argument suffisant pour entraîner la conviction. Quant aux *fusées* conjonctives qui pénétreraient dans l'épithélium, il est probable que ce sont des coupes plus ou moins tangentielles de faisceaux musculaires allant s'insérer sur la cuticule et passant à travers la couche épithéliale.

A propos de l'amitose, M. de Rouville en observe d'assez nombreux exemples dans des épithéliums et dans le tissu conjonctif; il pense que ce mode de division peut très bien se présenter dans des cellules jeunes et actives, et n'a donc pas de signification dégénérative.

A coup sûr, les sujets étudiés par M. de Rouville sont d'un haut intérêt, mais très difficiles comme toutes les questions de Cytologie générale, et il ne me paraît pas qu'il les ait abordés avec une éducation technique suffisante, malgré son séjour dans les Universités de Leipzig et de Munich; ses figures ont un aspect schématique et ses épithéliums cylindriques une admirable régularité qui rappellent plutôt les travaux d'il y a vingt ans que la scrupuleuse exactitude de la Cytologie moderne. Il est possible que les idées soutenues par M. de Rouville soient exactes, bien qu'elles aillent à l'encontre des opinions reçues, mais je doute que son travail suffise à les faire accepter par les cytologistes.

L. CUENOT,

Professeur à l'Université de Nancy.

Bujor (Paul), *Professeur à la Faculté des Sciences de Jassy*. — *Contribution à l'étude de la Faune des Lacs salés de Roumanie*. Extrait des *Annales scientifiques de l'Université de Jassy*, tome 1, 2^e fasc. — Imprimerie «Dacia», P. Iliescu et D. Grossu, Jassy, 1900.

Dans ce travail sur les lacs salés de la Roumanie, M. Bujor a cherché à déterminer les conditions physiques qu'ils présentent pour le développement de la vie et des espèces animales et végétales qu'on y rencontre.

Ses analyses montrent que ces lacs sont, pour la plupart, fortement minéralisés et d'une très riche teneur en chlorure de sodium chloré, 23,29519; sodium, 14,312300.

L'acide sulfurique (combiné) y existe en quantité notable (anhydride sulfurique, 2,574820).

Ces eaux déposent un limon d'une richesse saline extraordinaire, où le chlorure de sodium est à la teneur de 36,40330, la silice de 572,90 et l'oxyde d'aluminium de 125,90.

Cette extrême richesse saline élimine de ces lacs une grande partie des représentants des faunes lacustres ordinaires de l'Europe. Par contre, on y trouve en abondance un petit crustacé phyllopode rougeâtre, l'*Artemia salina*, et aussi un protozoaire flagellé, le *Clamylomonas dunali*, très caractéristique de tous les lacs salés de l'Europe.

Les classes les plus représentées sont celles des Crustacés et des Protozoaires. Parmi les Crustacés, les formes dominantes sont celles des types dégradés.

L'auteur a fait sur quelques-uns de ces animaux cette observation très intéressante que, transportés dans une eau de plus en plus riche en sel, les *Brauchipus*, qui vivent ordinairement dans l'eau douce, peuvent s'adapter au nouveau milieu en s'acheminant progressivement vers l'*Artemia salina*; et que, d'autre part, cette dernière espèce, transportée pendant plusieurs générations dans des eaux de salinité décroissante, arrive à donner des formes voisines de celles du *Brauchipus* normal.

Quant à la flore, elle ne comprend guère que des Algues.

M. Bujor termine son Mémoire par l'indication des maladies sur lesquelles les eaux précitées exerceraient un effet curatif : scrofules, rhumatismes (mais non l'articulaire), maladies du système nerveux, de la peau, de l'utérus et de ses annexes. L. O.

4° Sciences médicales

Ménard (V.), *Chirurgien de l'Hôpital Maritime de Berck-sur-Mer*. — *Étude pratique sur le Mal de Pott*. — 1 vol. in-8° de 452 pages avec 205 figures (Prix : 12 fr.). Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1901.

Depuis quelques années, une série de travaux s'occupant particulièrement du traitement opératoire du mal de Pott ont été communiqués à diverses Sociétés savantes et ont rappelé l'attention sur cette maladie si fréquente et si grave. Placé dans un centre des plus importants pour l'étude de cette affection, à l'hôpital que l'Assistance publique de Paris entretient à Berck, M. Ménard était placé mieux que qui que ce soit pour faire des recherches sur ce point; cent quatre-vingts lits de l'établissement sont en effet occupés par des enfants atteints de maux de Pott. C'est dire la richesse de matériaux que possède le Dr Ménard.

Dans le livre qu'il nous présente aujourd'hui, Ménard s'occupe spécialement du traitement. Mais n'oubliant pas que, pour qu'un traitement soit scientifiquement recommandable, il faut qu'il s'appuie sur une anatomie pathologique précise, l'auteur reprend l'étude de cette anatomie pathologique et lui consacre plus des deux tiers de l'ouvrage.

Il est impossible d'analyser cette partie; c'est une accumulation de faits qu'il faut lire et qui nous donnent successivement les caractères généraux du foyer

tuberculeux du rachis, de l'inflexion vertébrale, des abcès tuberculeux, des altérations du canal rachidien et de la moelle, enfin des phénomènes de réparation et de consolidation du rachis dans le mal de Pott.

Le chirurgien consultera surtout avec intérêt le chapitre qui a trait aux inflexions du rachis, où l'on trouve un grand nombre de recherches personnelles sur les inflexions normales, sur les gibbosités expérimentales, envisagées successivement dans les différentes régions, sur l'étude d'une série de pièces pathologiques d'inflexion. M. Ménard insiste sur ce fait que l'inflexion reste rarement incomplète, et que tôt ou tard le contact finit par s'établir entre les deux segments (on appelle inflexion incomplète celle où il existe un intervalle entre les deux segments qui ne sont pas parvenus au contact, une force résistante, autre que les corps vertébraux, s'opposant à la déviation).

L'étude des phénomènes de réparation et de consolidation du rachis fournit aussi des constatations importantes.

L'évolution complète du mal de Pott, aussi bien de la période destructive que de la période de réparation, est très longue; c'est par années qu'il faut chiffrer la durée de la maladie.

La consolidation commence par une ankylose des arcs postérieurs où il n'y a généralement pas de foyer tuberculeux, et où l'on trouve simplement des lésions d'irritation de voisinage; plus tard se fait la réparation antérieure par soudure fibreuse, puis osseuse, sans hyperostose périostique. Jamais le cal n'a de grandes dimensions, et pour M. Ménard rien ne prouve qu'un cal néoformé puisse empêcher l'inflexion de devenir complète.

Tous ces points d'anatomie pathologique sont, comme nous le verrons dans un instant, importants à connaître au point de vue du traitement.

Nous ne dirons rien des chapitres qui ont trait à l'étude des symptômes et du diagnostic, de manière à arriver immédiatement au traitement.

M. Ménard est éclectique : suivant les cas, il recourt à la méthode ambulatoire, dans laquelle l'enfant marche soutenu par un appareil, ou à la méthode de repos, dans laquelle le decubitus dorsal occupe la place principale. D'une manière générale, il nous a semblé que M. Ménard avait tendance à élargir les indications de la méthode de repos qu'il pratique en fixant l'enfant sur un petit matelas, lui-même placé sur une planche. Plaçant sous le matelas une cale, il exagère l'extension des deux segments rachidiens, supérieur et inférieur, dans le voisinage du point malade, et supprime ainsi le rôle si néfaste de la compression du segment supérieur sur le segment inférieur de la colonne, évitant ainsi les ulcérations compressives.

La manière de confectionner les corsets, le traitement des abcès, de la paraplégie sont autant de points décrits avec minutie.

Enfin, l'auteur aborde la question si discutée du redressement de la gibbosité pottique. La gravité de ce redressement forcé et la possibilité de la rupture de poches d'abcès, jointes à ce fait que jamais il ne se produit de cal intersegmentaire, d'hyperostoses curatives, sont autant de raisons qui font qu'actuellement cette méthode, autour de laquelle on a fait grand bruit, doit être délaissée. M. Ménard publie, du reste, une série de cas de récidives après redressement, une fois l'appareil plâtre enlevé. « Aucun fait, dit-il, n'a démontré un avantage du redressement de la gibbosité. »

Telle est, dans ses grandes lignes, l'analyse de ce livre intéressant par l'expérience considérable de l'auteur. Si nous ajoutons que de nombreuses figures, plus de deux cents, toutes personnelles, éclairent les descriptions et en facilitent la compréhension, on comprendra que nous disions en terminant que tous ceux qui s'intéressent à l'étude du mal de Pott doivent lire cet ouvrage.

Dr HENRI HARTMANN,
Professeur agrégé à la Faculté,
Chirurgien de l'Hôpital Lariboisière.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Mars 1901.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Géométrie, en remplacement de feu Ch. Hermite. M. Humbert est élu.

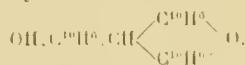
1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Guyou propose une nouvelle méthode qui permet de déduire la latitude d'un navire d'un certain nombre d'observations de hauteurs circumméridiennes. — MM. Ch. André et M. Luizet discutent les valeurs de la période de variation lumineuse d'Eros obtenues par divers observateurs. Ils concluent que cette période ne saurait différer beaucoup de 3 h. 16 m.; elle n'est pas moitié moindre, car les deux branches de la courbe diffèrent par la forme, par l'écartement et par les éclats des minima. Eros est donc bien une planète double. — M. P. Cousin communique quelques théorèmes relatifs aux zéros des fonctions entières de n variables. — M. H. Duport présente un mémoire sur la loi de l'attraction universelle, dans lequel il étudie les actions mutuelles des atomes solides considérés comme des êtres de raison; il est ainsi conduit à appliquer aux systèmes d'atomes le principe de la moindre action. — M. Ribière étudie les vibrations des poutres encastrees. Il met en évidence le danger bien connu des charges rythmées dont la période coïncide avec celle de l'une des vibrations propres de la poutre. On doit donc s'attacher dans les constructions à n'employer que des pièces dont les vibrations propres aient une période très courte qui rende cette coïncidence impossible. — M. P. Duhem poursuit l'étude de la propagation des discontinuités dans un fluide visqueux. Si l'on admet son hypothèse relative à la viscosité, il s'ensuit qu'une surface de discontinuité ne peut se propager dans un fluide visqueux. Dans le cas contraire, on arrive à une généralisation facile de la théorie de Riemann et de Hugoniot. — M. E. Jongnet étudie la propagation des discontinuités dans les fluides en se basant sur les principes de l'Énergétique, et il arrive à démontrer les formules de Riemann-Hugoniot pour des ondes de forme quelconque. Sa méthode s'applique sans difficulté aux fluides qui sont le siège de réactions chimiques. — M. L. Marchis démontre que le principe de Carnot-Clausius, sous la forme du diagramme entropique, ne peut s'appliquer à la représentation des quantités de chaleur dégagées ou absorbées par le fluide évoluant dans une machine à vapeur, et que cette application, faite par beaucoup d'ingénieurs, conduit à des résultats erronés.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Vallée a constaté que l'acide sulfurique, additionné d'alcool absolu et mis en présence de carbonate de chaux, réagit lentement sur ce dernier, mais que la neutralisation est complète au bout de quelques mois. Il en est de même avec l'acide acétique. L'addition d'eau provoque un accroissement de la vitesse de neutralisation. — M. C. Chabrié a préparé à l'état pur un certain nombre de composés peu connus du césium : le bromure CsBr, l'iode CsI, le fluorure CsF, le chromate neutre Cs²CrO⁴ et le bichromate Cs²Cr²O⁷. — M. P. Lebeau établit l'existence, dans les ferrosiliciums industriels, des silicures SiFe², SiFe et Si³Fe, composés qu'il a obtenus à l'état pur et cristallisé. La silicuration du fer par les procédés électrométallurgiques peut avoir, suivant la nature des matières premières employées, deux limites correspondant à la formation des composés SiFe et Si²Fe. — MM. Tissier et Grignard ont étudié l'action des chlorures d'acide et des anhydrides d'acides sur les composés organométalliques du magnésium. Dans les deux cas, il se pro-

duit, après traitement à l'eau, des carbinols : R.R².C.OH. Les auteurs ont préparé ainsi le triméthylcarbinol, le diméthylphénylcarbinol. — M. M. Guerbét a fait réagir l'alcool caprylique sur son dérivé sodé, et a obtenu les alcools dicaprylique et tricaprylique; ce sont des alcools secondaires comme l'alcool caprylique lui-même, et la soude formée ne réagit plus sur eux pour donner les acides correspondants, comme elle le faisait dans le cas de l'alcool évanthylque. — M. de Forcrand a mesuré les tensions de vapeur et les chaleurs de vaporisation du glycol éthylique. Il a aussi constaté qu'il se combine avec l'eau pour former un hydrate de formule C²H⁴O².2H²O, dont la chaleur de formation est très faible : environ 0^m.60. — M. E. Baud a fait l'étude thermique du composé Al²Cl⁶.18AzH³. On a :



Il a également déterminé les tensions de dissociation à 0°, à -10^o.7, à -22^o.3 et à -37°. — M. A. Wahl a étudié l'action de l'acide nitrique sur trois dérivés de l'acrylate d'éthyle : le crotonate, le tiglate et l'isolaurotolate d'éthyle; dans les trois cas, il se forme un nitrate, mais pas de dérivé nitré. L'éther acrylique est donc le seul corps de cette série avec lequel on obtienne un dérivé nitré. — M. R. Fosse montre que l'un des produits obtenus par Rousseau en appliquant au β -naphтол la réaction de Reimer et Tiemann, et désigné par lui sous le nom de binaphtylène-alcool, est en réalité un dérivé du trinaphtylméthane, le naphtyl-naphtyl-oxy-naphtyl-méthane :



M. F. March, en faisant réagir la soude sur le $\beta\beta$ -diacétylpropionate d'éthyle, a obtenu de l'acide acétique et de l'acide lévulique. L'action du chlorhydrate de semicarbazide donne la semi-carbazone normale et une autre qui est l'urée du diméthylpyrazoléthanoate d'éthyle. L'hydroxylamine donne le diméthylxazoléthanoate d'éthyle, à partir duquel on prépare facilement l'acide correspondant et ses sels métalliques. — M. J. Derôme a reconnu que l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané, qui se forme dans l'action du chlorure de cyanogène sur l'acétonedicarbonate d'éthyle, donne des dérivés de substitution alkylés qui correspondent à sa forme énolique CO².C²H⁵.C(CAz); COH.CB².CO².C²H⁵. — MM. L. Bouveault et A. Bongert ont préparé, par action du chlorure de butyryle sur le sodacétylacétate de méthyle, un mélange de *c*- et *o*-butyrylacétylacétates de méthyle isomères, qu'on sépare par dissolution du premier dans le carbonate de soude. Le premier est hydrolysé par l'eau en donnant la butyrylacétole et par les alcalis en butyrylacétate de méthyle; le second est dédoublé par la potasse en acétate et butyrate de potasse et alcool méthylique; il donne avec AzH³ de la butyramide et de l'acétylacétate de méthyle. — M. H. Pottevin a reconnu que le gallotannin est un glucoside de l'acide digallique. En même temps il a constaté que la tannase possède la propriété de dédoubler les éthers-sels des acides organiques et certains glucosides. — M. L. Grimbart, en cultivant le *Bacillus tartricus* dans une solution de glucose ou de saccharose, a observé la production d'acétylméthylcarbinol, réduisant la liqueur de Fehling, et facilement identifiable au moyen de son osone. Le *B. coli*, le bacille d'Eberth et le pneumobacille de Friedländer ne produisent pas ce dérivé.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. Albert Robin et Mau-

rice Binet ont observé que les échanges respiratoires sont beaucoup plus élevés chez les phthisiques que chez les individus sains. Ce phénomène pourrait servir d'élément de diagnostic. Il tendrait à montrer que la tuberculose est une maladie consomptive. — M. Aug. Charpentier rappelle que dans la conduction lente par le nerf il s'ajoute une réaction électrique propre de ce nerf, sans doute par un phénomène spécial de résonance. Le phénomène connu sous le nom de variation négative paraît être, sinon toujours la phase initiale, au moins une phase de début de la réaction électrique du nerf. L'auteur donne une méthode qui permet de recueillir cette réaction, et, par suite, sa phase plus frappante de variation négative, sur le nerf en place et non lésé. — M. A. Imbert a étudié les déplacements des opacités intraoculaires qui se produisent lors des changements d'orientation du globe; l'observation de ce phénomène peut donner des indications sur les déformations internes du corps vitré et ses changements de consistance. — M. P. Vignon a poursuivi ses recherches cytologiques sur quelques types d'Ascoides, et étudié spécialement les cellules vibratiles et les cellules sécrétantes. — M. H. Devaux a reconnu que : 1° les plantes phanérogames ou cryptogames sont empoisonnées par des solutions de sels de plomb ou de cuivre diluées à quelques dix-millionièmes ou moins encore; 2° le métal est à la fin fixé par toutes les parties de la cellule, mais d'une façon inégale : ce sont d'abord ou exclusivement la membrane, puis le noyau et le nucléole, enfin le protoplasma. — M. L. Beulaygue a constaté que : 1° à l'obscurité les fleurs éclosent, le plus souvent, plus tard qu'en pleine lumière; 2° la couleur des fleurs subit, en général, à l'obscurité, une diminution d'intensité qui est très légère pour certaines fleurs, assez sensible pour d'autres, et qui, pour quelques-unes, peut aller jusqu'à la décoloration complète; 3° les fleurs développées à l'obscurité sont, en général, de dimensions moindres que celles des fleurs développées à la lumière; par contre, les pédicelles sont parfois plus développés, mais le poids total est, en général, inférieur. — M. P. Ledoux a reconnu que les pétioles aplatis des Acacias jouent complètement, au point de vue physiologique, le rôle de feuilles normales. Ils s'en distinguent par quelques dispositions spéciales qui ont pour effet, les unes de s'opposer à une transpiration trop active, les autres d'emmagasiner dans la plante la plus grande quantité d'eau possible. — M. H. Arctowski a observé que les icebergs tabulaires, qui sont plutôt rares dans les régions arctiques, se trouvent, au contraire, en grand nombre dans les régions antarctiques. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Mars 1901.

M. El. Metchnikoff, à propos de la discussion sur l'appendicite, signale que, dans un grand nombre de cas de cette maladie, on a observé la présence de vers intestinaux, et que la maladie a cédé à l'application d'un vermifuge. Il conclut que, dans tous les cas suspects d'appendicite, il faut pratiquer l'examen helminthologique des matières fécales; dans tous les cas où il y aura possibilité de le faire, appliquer le traitement vermifuge avec de la santonine contre les ascarides ou du thymol contre le trichocéphale. — M. Cornil signale un cas de péritonite infectieuse à streptocoques, avec hémalémèse très abondante, ayant causé la mort. — M. le Dr Golosceano lit un mémoire sur l'emploi d'un instrument dit *otophynter*, pour le lavage de l'oreille.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Mars 1901.

M. G. Weiss a constaté que, dans l'excitation des nerfs et des muscles, il y a une durée d'excitation plus favorable, c'est-à-dire exigeant pour obtenir la secousse minima une moindre dépense d'énergie. — M. G. Weiss

donne la description d'un interrupteur balistique pour expériences physiologiques. — M. E. Hédon a obtenu, par injection intrapéritonéale de levure au lapin, un sérum agglutinant la levure à doses élevées, mais ne jouissant d'aucune propriété toxique, et n'empêchant pas la fermentation. — M. A. Billet décrit un hématozoaire endoglobulaire trouvé dans le sang d'une espèce de *Trionyx* du Haut-Tonkin. — M. S. Maziariski a étudié la structure des néphridies des Vers de Terre; elles se composent de deux parties, l'une qui peut être considérée comme une glande, un rein très primitif, l'autre comme une vessie. — M. Rispaï a observé, dans trois cas d'abcès dysentériques du foie, une leucocytose légère ou nulle, au lieu de l'hyperleucocytose signalée par M. Boinet et M. Maurel. Ce caractère n'a donc aucune valeur pour le diagnostic différentiel des abcès de foie. — M. R. Dubois : La photographie de l'invisible. Réponse à M. Le Bon. — M. G. Loisel a fait des observations analogues à celles de M. Regaud sur la chromatine nucléaire, mais ne pense pas que ces constatations permettent de dire que la chromatine ne doit plus être considérée comme le substratum de l'hérédité. — M. J. Girard a observé chez une enfant opérée pour péritonite la présence de deux trichocéphales dans l'appendice. — MM. L. Marchand et Cl. Vurpas décrivent les lésions de la moelle dans un cas de méningomyélite expérimentale chez le chat. — M. F. Mesnil a observé un cas de régénération de la partie antérieure du corps et de la trompe chez une *Syllis gracilis* dont il ne restait qu'un fragment de la partie moyenne du corps, composé de huit sétigères. — M. F. Mesnil signale un nouveau cas de viviparité chez un Syllidien, qui montre que la viviparité, chez les Annélides polychètes, est liée à la parthénogénèse. — M. F. Mesnil montre l'étroite parenté des Annélides polychètes d'eau douce, sibériennes et américaines, entre elles d'une part, et d'autre part avec une forme d'estuaire et des formes franchement marines. — MM. Sabrazès et Fauquet ont reconnu que l'alimentation exclusive par le lait, prolongée pendant plusieurs semaines, confère à l'urine la propriété de laquer les globules rouges; cette propriété est en rapport avec l'hypo-chlorurie. — M. H. Vincent signale deux cas de cystite hémorragique due au bacille d'Eberth, qui se sont présentés au déclin de la fièvre typhoïde. — MM. A. Gilbert et P. Lereboullet ont observé qu'au cours des affections hépatiques aiguës ou chroniques il peut y avoir un retard dans l'élimination aqueuse des urines (opsiurie), que l'examen fractionné met en lumière. Ce retard paraît dû au retard de l'absorption aqueuse au niveau de l'intestin, dû à l'hypertension portale, et peut permettre de juger de l'état de la perméabilité hépatique. — Les mêmes auteurs ont constaté dans l'ictère une inversion du rythme colorant des urines due au passage en plus grande abondance des pigments biliaires dans l'urine au moment de la période digestive. — Enfin, les mêmes auteurs montrent que le caractère essentiel de l'ictère acholurique est une imprégnation jaunâtre des téguments avec cholémie, mais sans cholurie cliniquement appréciable. — M. L. Meunier donne une nouvelle technique opératoire pour le dosage de l'acide chlorhydrique libre dans le suc gastrique, basée sur une combinaison des procédés de Gunzbourg et de Mintz.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Mars 1901.

M. B. Brunhes a été conduit à étudier systématiquement la durée d'émission des rayons Röntgen par des expériences entreprises en vue de déterminer la vitesse de propagation de ces rayons. Il utilisait l'action des rayons X sur les potentiels explosifs statiques, en essayant de synchroniser, par une émission de rayons X, deux étincelles éclatant à deux mètres indépendants reliés à deux machines électrostatiques. L'une de ces étincelles est une étincelle primaire,

et la décharge secondaire correspondante charge et décharge dans un instant très court un condensateur de Kerr à suture de carbone, disposé comme dans les expériences de MM. Abraham et Lemoine. L'autre étincelle sert de source lumineuse éclairante. En faisant varier de 15 centimètres à 80 centimètres la distance des deux micromètres, on modifie la grandeur de la biréfringence observée, et si le phénomène était aisé à saisir, il serait facile d'en déduire le temps écoulé entre l'arrivée de l'onde des rayons X au premier et au second micromètre. Malheureusement, il arrive très rarement que la synchronisation soit parfaite, et cela parce que l'émission de rayons X n'est pas instantanée, comme une étincelle, mais dure un temps très mesurable. Pour mesurer ce temps, M. Brunhes dispose un tube de Crookes à 30 centimètres environ d'un disque de tôle percé de trous. Le disque à 50 centimètres; les trous sont distribués suivant des rayons; ils ont 4 millimètres de diamètre. Quand on fait tourner ce disque et qu'on observe l'image obtenue sur un écran fluorescent placé derrière, on observe que les trous s'allongent par le mouvement: ils prennent l'aspect d'ovales, dont le grand diamètre augmente avec la vitesse de rotation. M. Brunhes présente à la Société des photographies obtenues avec le disque au repos et avec le disque en mouvement. Les vitesses réalisées ont atteint 2.000 tours par minute, ce qui donne, pour la vitesse linéaire des trous, jusqu'à 45 mètres par seconde. L'étude des observations à l'écran et des radiographies conduit à des durées d'émission comprises entre $\frac{1}{9.000}$ et $\frac{1}{12.000}$ de seconde. M. Brunhes s'est demandé si le courant de décharge qui traverse un tube de Crookes était allongé par le passage à travers ce tube. Pour répondre à cette question, il a intercalé, en série avec le tube, un micromètre à étincelles; et il a photographié l'ombre portée par cette étincelle à travers les trous du même disque, d'abord au repos, puis en mouvement. Les photographies qu'il présente montrent un aspect identique de ces ombres, que le disque soit au repos ou amené à une vitesse de 2.000 tours à la minute. La durée de l'étincelle reste donc inappréciable par cette méthode d'observation alors que la durée d'émission des rayons X par le tube qui est en série avec elle dure environ $\frac{1}{40.000}$ de seconde. Dans quelques cas, l'étincelle a paru être vacillante; et a l'on reconnu sur le cliché, outre les images des trous donnés par l'étincelle principale, des trous plus pâles déplacés par rapport aux premiers, mais à bords également nets. Les radiographies correspondantes ont, au contraire, constamment donné pour chaque trou une image unique et allongée. M. Colardeau, qui avait eu l'occasion de photographier à travers un disque tournant percé d'une fente étroite, était arrivé à des résultats notablement différents. Il présente à la Société des clichés qu'il n'avait pas publiés jusqu'ici, et qui semblent indiquer qu'une émission de rayons X est composée en général d'une série d'émissions successives correspondant à des oscillations de décharge, chacune des émissions étant d'ailleurs instantanée. M. Brunhes ne conteste pas que, dans des conditions convenables, on puisse obtenir une émission oscillante de rayons X. Mais, dans les conditions où il s'est placé, — le tube excité par une bobine d'induction modèle Ducretet, ou ancien modèle Ruhmkorff, sans condensateur sur le secondaire, et avec ou sans micromètre en série, — il a eu constamment une émission unique, et durant un temps appréciable, hors de proportion avec la durée d'une étincelle mise en série avec le tube et étudiée à l'aide du même disque tournant. Il fait observer qu'il a réalisé des vitesses absolues très supérieures à celle de M. de Colardeau. Selon lui, si le courant de décharge reste uniforme, c'est que le moment où éclate l'étincelle est celui où les projectiles gazeux attirés vers la cathode du tube de Crookes viennent la frapper et se charger négativement: alors commence

l'émission des rayons cathodiques lancés sur l'anticathode, et, comme un pareil faisceau s'allonge en chemin (expériences de Majorana), il s'écoule un temps fixé entre le commencement et la fin de l'émission de rayons X par l'anticathode. La divergence des résultats obtenus par divers observateurs montre seulement que cette explication a besoin d'être étayée par de nouvelles expériences. — Après avoir fait circuler un petit appareil, imaginé par M. Abbe pour montrer qu'une source lumineuse émet plus de lumière dans le verre que dans l'air, M. Culmann présente 4 réfractomètres, construits par la maison Zeiss, à Jéna.

1° Un nouveau modèle du réfractomètre d'Abbe, muni d'un dispositif permettant de chauffer les prismes et de les maintenir à température constante. L'appareil est à lecture directe; il permet l'emploi de la lumière blanche, et mesure les indices compris entre 1,3 et 1,7 avec une exactitude qu'on peut estimer à environ 2 unités du quatrième chiffre décimal. 2° Réfractomètre de démonstration. C'est un réfractomètre d'Abbe, destiné aux manipulations de Physique. Toutes les données nécessaires pour le calcul des indices se déterminent sur l'instrument lui-même. 3° Réfractomètre à immersion. Il est pour ainsi dire le thermomètre ou l'aréomètre, et permet de mesurer l'indice d'un liquide aussi commodément qu'on mesure sa température ou son poids spécifique. Le prisme P (fig. 1) est immergé dans le liquide à étudier, qu'on éclaire par le bas au moyen du miroir M. Le verre du prisme doit être plus réfringent que le liquide. Soit alors ABC le rayon qui frappe le prisme sous l'incidence rasante. Il est réfracté une première fois en C, une deuxième fois en D, et sépare une plage claire d'une plage obscure. Le phénomène est observé à l'aide d'une lunette OO', qui fait corps avec le prisme. Ayant déterminé sur l'échelle micrométrique B' la limite entre les deux plages, il n'y a qu'à consulter une table pour obtenir l'indice. Le prisme à vision directe F sert à achromatiser la limite. L'erreur des mesures n'atteint pas une demi-unité du quatrième chiffre décimal. En revanche, l'échelle est assez restreinte. Les valeurs de l'indice devant être comprises entre 1,325 et 1,367.

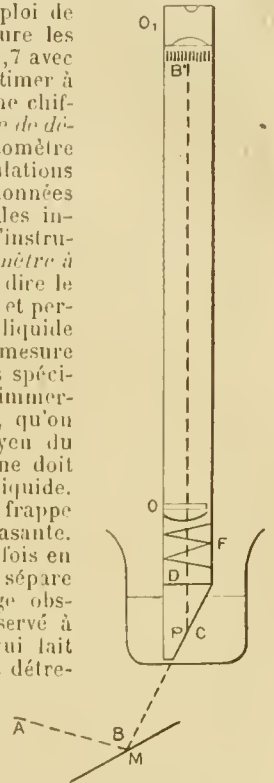


Fig. 1. — Réfractomètre à immersion. — M, miroir; P, prisme; A, B, C, D, rayon lumineux; F, prisme achromatique; O, O', lunette.

4° Réfractomètre à angle variable (fig. 2). Le liquide à examiner L affecte la forme d'un prisme à angle variable. Une des faces AB de ce prisme est fixe; elle est formée par le fond du vase qui contient le liquide. L'autre face CD est mobile; elle est constituée par la base plane d'une espèce de cylindre tronqué en verre V qui fait corps avec un viseur. Tout se passe comme si le rayon limite, dessiné en pointillé sur la figure, pénétrait directement sous l'incidence

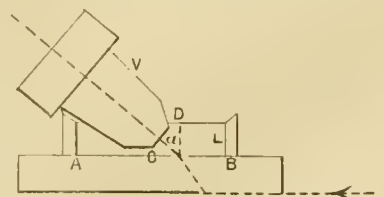


Fig. 2. — Réfractomètre à angle variable. — A, B, fond de la cuve; L, liquide constituant le prisme; V, cylindre viseur.

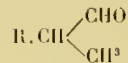
rasante de l'air dans le prisme L. Si nous désignons par n l'indice du liquide, $n \sin \alpha$ est donc égal à 1. Pour faire une mesure, on amène la croisée des fils du viseur sur le rayon limite. Les faces planes du cylindre V étant perpendiculaires à l'axe du viseur, le rayon limite les traverse normalement. L'angle α est, par conséquent, donné par l'inclinaison du viseur, qu'il suffit de mesurer pour obtenir l'indice du liquide : $n = \text{cosec } \alpha$. L'instrument exige l'emploi d'une lumière homogène. Il donne une moins grande précision que le réfractomètre d'Abbe, mais permet d'étudier des liquides plus réfringents. — Au nom de M. Damien, M. Sagnac présente des expériences relatives aux *interférences secondaires dans les lames cristallines*. Ces expériences sont exécutées devant la Société par M. Pellin qui a construit un appareil à cet effet. Elles sont relatives à la lumière parallèle. — 1. On sait qu'en lumière parallèle, entre deux nicols croisés, une lame de quartz parallèle à l'axe, dont une face a été creusée sous forme de calotte sphérique (cuvette de Biot), donne des anneaux de polarisation chromatique dont le maximum d'éclat est obtenu lorsque la section principale de la cuvette Q fait 45° avec celle de chacun des deux nicols. Une seconde cuvette Q', identique à la première, lui est exactement superposée, sa section principale croisée avec celle de la première. La lumière est éteinte dans tout le champ. On écarte alors les centres des deux cuvettes perpendiculairement au faisceau lumineux. La lumière reparait aux bords du champ sous forme de franges colorées d'abord extrêmement larges qui s'avancent vers le centre en se resserrant autour d'une frange centrale noire de plus en plus fine. Ce sont les *franges secondaires de différence*, définies par le lieu des points où la *différence* des épaisseurs des deux cuvettes de quartz est constante. Elles sont rectilignes et perpendiculaires à la ligne des centres des deux cuvettes superposées identiques. Le système des deux cuvettes fonctionne alors comme un compensateur de Babinet, mais avec l'avantage de donner des *franges d'intervalles continûment variables à volonté*. — 2. Les cuvettes Q et Q' étant superposées et croisées (extinction), on tourne Q' de 90°. Les sections principales étant maintenant parallèles, on obtient des *franges d'addition* (anneaux deux fois plus serrés qu'avec une seule cuvette). En déplaçant encore latéralement Q', on modifie ces anneaux secondaires définis par le lieu des points pour lesquels la *somme* des épaisseurs des deux cuvettes est constante. Leurs teintes s'élèvent progressivement pendant que leur centre commun se maintient au milieu de la distance des centres des deux cuvettes. Enfin, si Q' tourne de 22° 5, on obtient un phénomène plus complexe dans lequel on peut distinguer une belle *combinaison* des deux systèmes d'anneaux primaires correspondant aux deux cuvettes avec les franges rectilignes de différence et les franges circulaires d'addition. — 3. En remplaçant les cuvettes de Biot par des cuvettes de quartz *perpendiculaires* à l'axe cristallographique, on obtient des anneaux circulaires (franges d'addition) si les quartz sont de même signe. On obtient des *franges rectilignes de différences* si les cuvettes, identiques géométriquement, sont formés de quartz de signes contraires, et, dans ce cas, le système fonctionne comme un système de prismes de Sénarmont, avec l'avantage de fournir des franges d'intervalles continûment variables.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

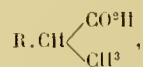
Séance du 8 Mars 1091.

M. A. Gautier expose ses recherches sur les gaz que la chaleur dégage, dans le vide, des roches ignées. Lorsqu'on porte les granits, porphyres, ophites, etc., à une température de 700 à 800°, on obtient, outre une quantité notable d'eau, 4 à 10 fois le volume de la roche en gaz où prédomine l'hydrogène, accompagné d'acide carbonique, d'un peu de H₂S, CO, Cl², Az, Argon, d'AzH³, avec des traces de pétrolène, benzène, C₂H₂,... M. Gau-

tier établit que ces gaz ne préexistent pas à l'état occlus dans ces roches, mais qu'ils proviennent principalement de l'action de leur eau de constitution (qui ne se dégage qu'au rouge) sur les silicates, carbonates, sulfosilicates, azotures, carbures, etc., et autres composés ferreux (et en certain cas nickelleux) constituant ces roches. Par des expériences de contrôle, M. Gautier s'est assuré que le sulfate, carbonate, chlorure, silicate ferreux traités par la vapeur d'eau au rouge, fournissent abondamment de l'hydrogène. Les gaz dégagés de ces roches se rapprochent singulièrement par leur constitution de ceux qu'on extrait aussi dans le vide des météorites, et de ceux qu'on a recueillis dans les émanations volcaniques. Tous ces gaz ont, en effet, même origine : l'action de l'eau sur les principes ferrugineux ou nickelleux de ces roches. Il n'est pas besoin, pour s'expliquer les actions volcaniques, de l'hypothèse de la pénétration des eaux de surface jusqu'aux régions incandescentes du globe. L'eau de constitution des roches ignées suffit à provoquer les réactions qui donnent naissance à ces gaz dès que la température s'élève dans les profondeurs à 400 ou 500°, par le fait du réchauffement des autres matériaux fondus souterrains, qui, sous la pression énorme des terrains qu'ils supportent, tendent à être refoulés et à remonter par tous les trajets de moindre résistance. — M. Bougault poursuit l'étude de la réaction qu'il a fait connaître : formation d'aldéhydes de formule :

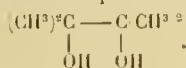


par action de I et HgO sur les composés cycliques à chaîne latérale propénylique. Aux faits déjà connus, il ajoute ce qui suit : 1° la formation de ces aldéhydes est, comme il l'avait pensé, précédée d'une fixation de IOH sur la liaison éthylnique; dans une deuxième phase, HgO décompose cette combinaison en enlevant HI. Il le prouve en préparant le composé intermédiaire R.C²H².IOH; 2° cette fixation de IOH, engendré par l'action de I et HgO, est générale pour tous les corps possédant une liaison éthylnique dans une chaîne ouverte. Il a préparé, entre autres, les composés d'addition de IOH avec les composés cycliques à chaîne latérale allylique : estragol, safrol, etc. Ces corps ne sont pas attaqués par HgO; l'azotate d'argent les décompose en donnant des produits dont l'étude n'est pas terminée; 3° tous les composés résultant de la fixation de IOH sur une liaison éthylnique sont détruits par le zinc et l'acide acétique, avec retour au composé éthylnique primitif. Cette réaction, inverse de la précédente, a le même caractère de généralité; 4° dans la préparation des aldéhydes, il est avantageux de remplacer l'alcool par l'éther saturé d'eau, pour éviter la formation d'acétals; 5° les acides de formule générale :

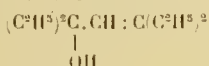


obtenus par oxydation des aldéhydes, ont été dédoublés en isomères optiques, au moyen de leurs sels de morphine; 6° ces mêmes acides, oxydés par le mélange chromique, donnent les cétones R.CO.CH³; on obtient un meilleur rendement en partant de la combinaison des aldéhydes avec le bisulfite de soude. Les cétones R.CO.CH³, traitées par MnO⁴K alcalin, conduisent aux acides R.CO.CO²H. Enfin ces derniers, oxydés par MnO⁴K en liqueur acide, donnent les acides R.CO²H. — M. l'abbé J. Hamonet a fait une nouvelle synthèse de l'acide adipique CO²H.CH².CH².CH².CH².CO²H (p. f. 150°) en traitant par KCAz le diiodobutane-t.4, que lui a fourni la diamylène du butanediol-t.4 : C²H⁴O.CH².CH².CH².CH².OC²H⁴. Cette expérience confirme pleinement la constitution bis primaire attribuée par lui à ce diiodobutane, au dibromobutane et à la diamylène elle-même. Le di-iodobutane a été transformé par l'acétate d'argent en diacétine qui bout à 230°. Celle-ci par saponification a donné le butanediol-t.4 qui n'avait

point encore été obtenu. Ce corps est un liquide visqueux, qui cristallise très bien dans l'eau glacée; il fond à + 16° et bout à 229-230°. — M. Amand Valeur, sur les conseils de M. Béhal, a étudié l'action des iodures de magnésium méthyle et éthyle sur quelques éthers d'acides bibasiques de la série grasse: Par l'action de l'iodure de magnésium méthyle sur l'oxalate d'éthyle, il a obtenu le pinacone ordinaire :



Avec le malonate d'éthyle et l'iodure de magnésium-éthyle, il a obtenu un alcool non saturé bouillant à 177-178°, et répondant à la formule :



Avec le succinate d'éthyle, il a obtenu le 3.6-diéthylcane-1,3,6 fusible à 70° : $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{C}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{C}(\text{OH})(\text{C}_2\text{H}_5)_2$. M. Amand Valeur se propose de continuer ses recherches en préparant notamment une série de pinacones diverses et en étudiant la réaction sur les éthers à poids moléculaire plus élevé, sur les dérivés glutariques et les acides alcoylés.

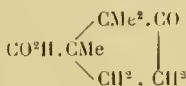
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Février 1901.

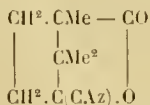
MM. F. S. Kipping et H. Hall ont cherché à séparer en deux parties la *d-l*-hydrindamine par l'acide *d-l*-mandélique, mais les diverses fractions obtenues dans la cristallisation sont identiques. Avec le chlorure de *d-l*-phénylchloracétyle, on obtient deux dérivés isomères, ce qui montre que la base est extérieurement compensée. Le *d*-mandélate de *d-l*-hydrindamine n'est pas résoluble en plusieurs fractions par cristallisation; c'est donc un sel partiellement extérieurement compensé *dA/B*, *dAdB*. Les sels d'hydrindamine dérivés de l'acide mandélique racémique et de l'acide *d*-mandélique ne diffèrent que par leur pouvoir rotatoire et ont leurs autres propriétés semblables. On en conclut que les trois composés optiques différents *dAdB*, *dA/B*, *lA/B* forment des mélanges isomorphes. — Les mêmes auteurs, en traitant la benzylhydrindamine par l'acide α -bromocamphorsulfonique, ont obtenu, par cristallisation fractionnée, deux sels isomères. Décomposés par la baryte, ils donnent une base optiquement inactive. Comme ils contiennent à la fois un atome de carbone asymétrique et un atome d'azote pentavalent, ils peuvent être considérés comme les sels de deux bases extérieurement compensées différentes :



Les sels obtenus avec les acides *d*-camphorsulfonique et *d*-hydroxy-cis- π -camphanique ne sont pas résolubles en deux isomères par cristallisation. — MM. A. Lapworth et W. H. Lenton établissent comme suit la constitution de l'acide camphanique et de l'anhydride bromocamphorique. L'amide de l'acide camphanique, chauffée avec les chlorures de phosphore, est convertie en nitrile, qui, traité par les alcalis, se résout en acide cyanhydrique et acide camphonique. Ce dernier, quelle que soit la constitution du camphre, répond à la formule :



Le camphanonitrile est donc la lactone d'un acide α -hydroxynitrilique :

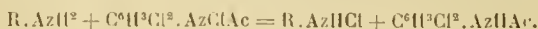


L'acide camphanique et l'anhydride bromocampho-

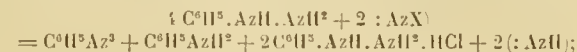
rique sont donc bien représentés par les formules suivantes de Bredt :



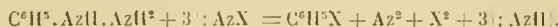
MM. F. D. Chattaway et K. J. P. Orton ont étudié l'action des acétylchloro-et acétylbromoaminobenzènes sur les amines et la phénylhydrazine. Avec les amines aliphatiques, la réaction est la suivante :



Avec les amines aromatiques, la réaction commence de même, mais l'halogène quitte aussitôt l'azote pour passer en position para ou ortho. Si celles-ci sont occupées, les dérivés formés sont très instables et se décomposent en donnant des azobenzènes substitués. Avec la phénylhydrazine en excès, on a la réaction suivante :



quand le composé chloroaminé est en excès, on a :



Les mêmes auteurs décrivent une méthode facile pour la préparation de l'orthochloroaniline par la chloruration de l'acétanilide au moyen du chlorure de chaux.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Février 1901 (suite).

M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente, au nom de MM. E. Cohen et E. H. Büchner : *Sur la loi de solubilité donnée par M. Etard*. D'après la loi trouvée en 1894 par M. Etard (*Ann. de Chim. et de Phys.*, série VII, t. II et III), les lignes de solubilité sont des droites $y = a + bt$, où y est le pourcentage de matière dissoute et t la température. Si l'on connaît les difficultés qu'on a à surmonter pour obtenir une solution réellement saturée, si l'on sait qu'il est souvent nécessaire d'agiter pendant plusieurs heures la matière solvante, maintenue à une température constante, en contact avec le sel en poudre, on est d'abord étonné de la communication suivante de M. Etard : « Pour obtenir une solution saturée de sel dans l'eau, il suffit de mettre dans un verre de Bohème un mélange de sel concassé et d'eau à volumes sensiblement égaux, ... le thermomètre destiné à prendre les températures sert en même temps d'agitateur. La rapidité de la saturation est telle, dans les conditions que je viens d'indiquer, qu'on peut, pendant l'ascension continue mais très lente du thermomètre agitateur, prendre autant d'échantillons qu'on le désire de la solution parfaitement saturée aux températures $t^0, t^1, t^2, t^3, \dots$. La régularité et la concordance des résultats suffiraient à démontrer la vérité de l'affirmation précédente. Cependant des expériences comparatives ont encore été faites pour la mettre hors doute, et elles ont montré qu'en effectuant la saturation dans un ballon agité pendant des heures, ainsi qu'on le recommande souvent, on n'arrive pas à une précision plus grande. Ce sont des précautions « illusoire ». Néanmoins, d'après une série d'expériences faites en 1898 (*Ann. de Wiedemann*, t. LXV, p. 344) par MM. Kohnstamm et Cohen, ils trouvèrent que plusieurs des solutions saturées de M. Etard ne contenaient que 65 % de sel dissous; ces résultats sont d'accord avec ceux obtenus en 1897 par MM. Mylius et Funk comme le montre le petit tableau suivant :

TEMPÉRATURE	GRAMMES DE CdSO ⁴ EN 100 GRAMMES D'EAU		
	Etard	Cohen et Kohnstamm	Mylius et Funk
0°	55,52	75,52	75,47
10°	60,92	75,90	76,00
15°	63,77	76,11	76,05

Les auteurs comparent les résultats de M. Etard aussi avec ceux obtenus en 1884 par M. Andraea. Les expériences de M. Andraea, exécutées avec le plus grand soin, ne mènent non plus à des droites de solubilité. La conclusion de l'étude de MM. Cohen et Büchner est donc la suivante : La loi de solubilité de M. Etard ne s'accorde pas avec les résultats des expériences; un rapport aussi simple entre la solubilité et la température ne semble pas se présenter. Une répétition des recherches de M. Etard pour des températures élevées serait désirable. — M. Bakhuys Roozeboom présente ensuite au nom de M. C. H. Wind : *Les irrégularités de l'étalon Weston pour la force électromotrice*. MM. W. Jäger, E. Cohen et bien d'autres ont remarqué des irrégularités dans la force électromotrice de l'étalon Weston. On en a cherché la cause dans les propriétés de l'amalgame qui forme l'un des pôles de l'élément. L'auteur croit pouvoir expliquer complètement tous les phénomènes, en supposant qu'à chaque température il peut y avoir équilibre entre deux phases distinctes d'amalgame de cadmium. Un argument très favorable à cette hypothèse se déduit de la règle des phases de Gibbs appliquée aux expériences de M. Jäger sur la pile :

Amalgame à 14,3 % Cd | Solution de CdSO_4 | Amalgame x , où l'amalgame x au second pôle admet le rapport moléculaire x de Hg à Cd. En effet, la courbe qui représente (d'après ces expériences) la force électromotrice de la pile en fonction de la teneur en cadmium du pôle variable (fig. 1), présente une partie sensiblement horizontale entre les limites de 5 et de 14,3 % de cadmium, ce qui ne s'explique que dans l'hypothèse qu'à la température des expériences il y a équilibre entre deux phases dont l'une renferme 5 % et l'autre 14,3 % du métal. Cette hypothèse explique d'abord d'une manière plausible pourquoi l'élément de M. Jäger ne présente sa force électromotrice qu'après un certain laps de temps, si le pôle variable renferme plus de cadmium que

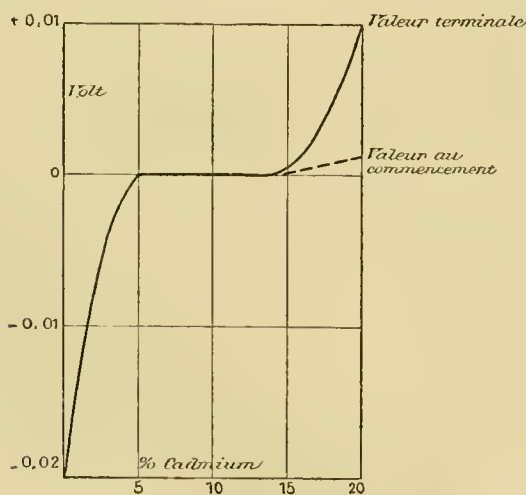


Fig. 1. — Relations entre la force électromotrice de l'élément Weston et la teneur en cadmium du pôle variable.

14,3 %, la force électromotrice étant nulle au commencement. En effet, il suffit de supposer qu'au commencement l'amalgame n'est pas tout à fait homogène, et, que, dans la surface en contact avec la solution, il y a des parties d'amalgame dont la teneur est inférieure à celle de la plus forte des deux phases qui peuvent coexister à la température donnée. Alors un temps assez considérable devra s'écouler avant que, dans

l'amalgame presque solide, l'équilibre définitif soit atteint. Et, en attendant, tout près de la surface de contact, des courants électriques prennent naissance, et aussitôt ces courants tendent à rapprocher les teneurs des diverses parties de l'amalgame à cette surface, de celle de l'une ou de l'autre des phases coexistantes de la température donnée; ainsi ces courants nivelleront les différences de potentiel entre ces diverses parties de

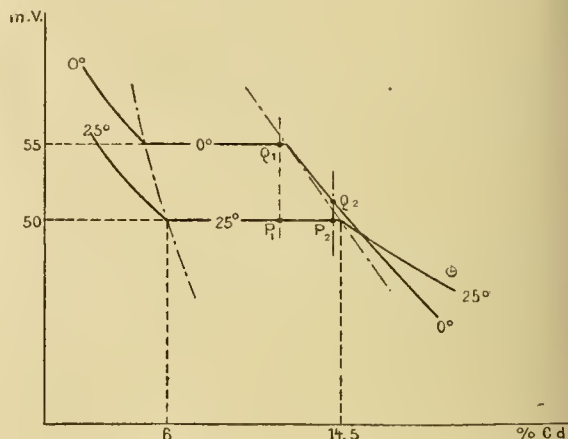


Fig. 2. — Diagramme des isothermes de l'élément Weston.

manière à établir très vite un équilibre entre l'amalgame et la solution, équilibre qui réduit d'abord à zéro le voltage de la pile, pour se modifier ensuite du même pas que s'établit l'équilibre définitif dans toute l'étendue de l'amalgame. Ensuite les différences de caractère observées par M. Cohen en deux piles du type :

Cd | Solution diluée de CdSO_4 | Amalgame à 14,3 % Cd,

construites à 25°, peuvent s'expliquer à l'aide de la même hypothèse. Après avoir trouvé pour la force électromotrice des deux éléments la même valeur de 50 mV, à 25°, M. Cohen observait qu'à 0° celle du premier s'était élevée à 55 mV, tandis que celle du second montait d'abord jusqu'à 52 mV pour diminuer ensuite à 51 mV. Si le diagramme des isothermes pour l'élément de M. Cohen a l'aspect général indiqué par la figure 2, il suffit de supposer que fortuitement l'amalgame du premier élément formait un mélange de parties égales des deux phases, tandis que celui du second contenait seulement une petite quantité de la phase à une teneur minimale de cadmium pour rendre compte des phénomènes observés. Dans cette supposition, les deux éléments présentent (en P_1 et P_2) la même force électromotrice à 25°. Et, après l'abaissement de la température à 0°, il s'établit un équilibre provisoire entre l'amalgame et la solution, qui dans les deux éléments est celui des deux phases qui peuvent coexister à 0°. Mais l'équilibre définitif (Q_1 et Q_2) doit être différent dans les deux éléments, etc. L'auteur rappelle plusieurs autres faits qui peuvent servir d'arguments pour soutenir son opinion. Le *Physikalisch-Technische Reichsanstalt*, qui avait adopté pour la construction de l'étalon Weston un amalgame de 14,3 %, a modifié sa composition, en recommandant maintenant une teneur moins forte. D'après la théorie de M. Wind, selon toute vraisemblance, cette modification récente dans la construction devra concourir à perfectionner en effet l'étalon.

P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

Identité du spectre de l'aurore polaire et du spectre cathodique. — Dans son Rapport présenté au récent Congrès international de Physique, le Professeur Paulsen, de Copenhague, résumant les observations faites en Islande par l'Expédition qu'il dirigea dans l'hiver 1899-1900, émit l'opinion que le spectre auroral contient un certain nombre de raies très voisines de celles que donne le spectre cathodique de l'azote. Cependant, l'auteur de ce Rapport, rédigé peu après le retour de l'Expédition, s'exprimait en termes très prudents, attendant des mesures plus complètes pour affirmer une coïncidence réelle d'une si grande importance pour la théorie de l'aurore polaire.

Dans une nouvelle Note, présentée récemment à l'Académie des Sciences de Danemark, M. Paulsen a pensé pouvoir être plus affirmatif, à la suite des mesures faites par M. Scheiner, de Potsdam, sur des clichés obtenus en Islande ou impressionnés au laboratoire avec le même appareil, à lentilles de quartz et à prisme de spath d'Islande. Les raies mesurées embrassent les longueurs d'onde comprises entre 0 μ ,426 et 0 μ ,337.

Voici, en effet, ce que M. Scheiner écrivait récemment à M. Paulsen, dans une lettre lue à l'Académie des Sciences de Copenhague :

« Comme je vous l'ai déjà indiqué verbalement, la simple inspection des épreuves, combinée avec vos mesures de longueurs d'onde, me donnait la presque certitude que le spectre de l'aurore polaire photographiée sur les plaques Pellin est identique au spectre cathodique de l'azote. Cependant, il m'a paru utile de constater encore cette coïncidence par des mesures, mais sans déterminer à proprement parler les longueurs d'onde, cette détermination ne pouvant être faite avantageusement que sur l'ensemble des épreuves.

« Je me suis donc borné, pour le moment, à mesurer la position des sept raies les plus brillantes des plaques XI et XII (aurore polaire et lumière cathodique). Je n'ai employé ensuite que quelques raies des spectres de comparaison, pour ramener l'une à l'autre les deux épreuves, faites avec une dispersion différente. Il en est résulté le tableau I suivant, qui donne les distances de la raie la plus brillante ($\lambda = 0\mu,392$) en millimètres.

« Si l'on tient compte du peu de netteté des raies, on doit considérer cette concordance comme très satisfaisante, et, comme, en outre, les intensités relatives sont, autant qu'on en puisse juger, les mêmes dans les deux spectres, il n'y a plus à douter que le spectre de l'aurore polaire contienne le spectre cathodique de l'azote. »

M. Paulsen n'a pas réussi à photographier directe-

TABLEAU I. — Positions relatives des raies de l'aurore polaire et du spectre cathodique de l'azote d'après les mesures de M. Scheiner des épreuves de M. Paulsen.

SPECTRE DE L'AURORE			SPECTRE CATHODIQUE
Δ mesuré	Réduction	Δ réduit	Δ mesuré
millimètres	millimètres	millimètres	millimètres
— 4,31	— 0,09	— 4,40	— 4,41
+ 1,58	+ 0,03	+ 1,61	+ 1,62
+ 2,36	+ 0,05	+ 2,41	+ 2,41
+ 5,45	+ 0,12	+ 5,57	+ 5,60
+ 6,26	+ 0,13	+ 6,39	+ 6,40
+ 9,87	+ 0,21	+ 10,08	+ 10,11

ment les raies dont la longueur d'onde dépasse 0 μ ,470, sauf la raie dite principale, dont la longueur d'onde est 0,557. Cette raie se retrouve dans le spectre cathodique de l'oxygène, mais elle y possède une largeur bien plus grande.

Ces constatations ont évidemment une très grande importance pour la théorie de l'aurore polaire. Ce mystérieux phénomène a donné lieu, d'ailleurs, dans ces derniers temps, à des travaux de premier ordre, sur lesquels la *Revue* reviendra très prochainement.

La réflexion et la réfraction du son. — M. R.-W. Wood, professeur de Physique à l'Université du Wisconsin, qui se livre depuis plusieurs années à

l'étude de la réflexion et de la réfraction du son, est arrivé à fixer par la photographie cinématographique les positions successives des ondes sonores, et il a publié récemment à ce sujet d'intéressantes observations que nous allons résumer.

Le principe de la méthode qu'il utilise est dû à Töpler.

L'appareil (fig. 1) consiste essentiellement en une lentille achromatique L, de bonne qualité. En a, on fait jaillir une étincelle électrique donnant une source lumineuse linéaire et étroite. L'image de cette source se forme en b, où elle est aux trois quarts interceptée par un diaphragme E. En regardant par la lunette T, on voit le champ de la lentille uniformément illuminé par la lumière qui n'est pas interceptée par le diaphragme. Si l'on abaisse le diaphragme, le champ s'assombrit; si on l'élève, le champ s'éclaire davantage.

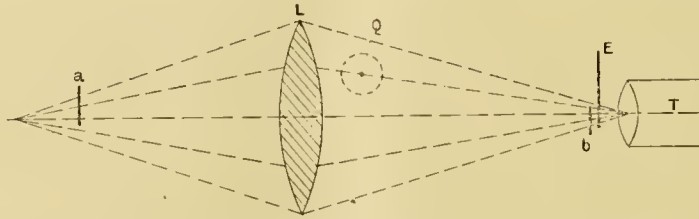


Fig. 1. — Schéma du dispositif de Töpler pour l'observation des ondes sonores. — a, source lumineuse; L, lentille; Q, centre d'ébranlement de l'air; b, image de la source; E, écran; T, lunette.

du diaphragme, en forçant une plus grande quantité de lumière à pénétrer de cette partie du champ dans la lunette. Par conséquent, en regardant dans l'instrument, on verra la partie supérieure de la masse d'air plus claire que le reste du champ. Les rayons qui traversent la partie inférieure de Q sont déviés dans le sens contraire et forment une image qui est complètement interceptée par le diaphragme; cette partie du champ apparaîtra donc noire.

Or, les ondes sonores sont des régions de condensation, dans lesquelles la densité est plus élevée que dans l'air environnant. Si donc l'on

produit une de ces ondes en Q et qu'on l'illumine pendant un instant très court, on apercevra le front de cette

onde dans le champ de la lunette. On arrive à ce résultat en faisant jaillir en Q, entre deux petites boules de laiton, une étincelle qui produit une onde sonore, puis en faisant jaillir immédiatement après, en a, une seconde étincelle très courte, dont la lueur éclaire l'onde qui commence à se propager en Q. Pour obtenir l'image photographique du phénomène, on substitue à la lunette un objectif photographique derrière lequel des plaques se déplacent à intervalles rapprochés; on peut ainsi reproduire l'onde dans une série de positions successives.

Par cette méthode, M. Wood a pu suivre le trajet de l'onde frontale dans les phénomènes de réflexion et de

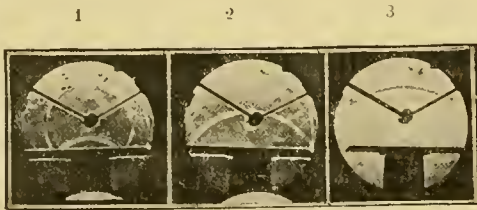


Fig. 2. — Réflexion d'une onde sonore sphérique contre une plaque de verre plane. — En 1, on voit l'onde sphérique qui arrive à la plaque et l'onde réfléchie, sphérique également, qui commence à se former. En 2 et 3, l'onde incidente est déjà sortie du champ; l'onde réfléchie, toujours sphérique, continue à se propager. — On aperçoit l'image des boules entre lesquelles se produit l'étincelle et des tiges qui les tiennent.

Supposons maintenant qu'il y ait sur le devant de la lentille, en Q, une masse sphérique d'air plus dense

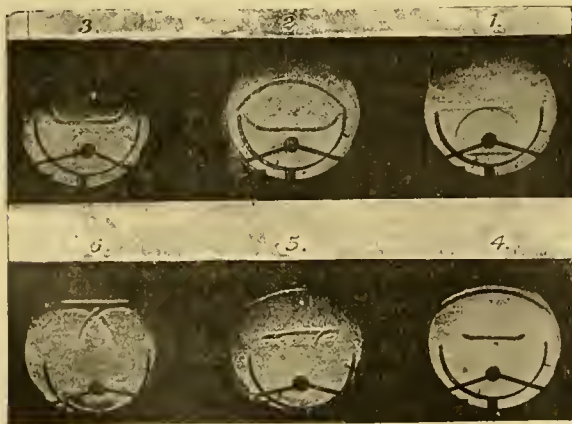


Fig. 3. — Réflexion d'une onde sonore sphérique contre un miroir sphérique. — Les figures se suivent de droite à gauche suivant les numéros d'ordre.

que le milieu environnant. Les rayons lumineux traversant la partie supérieure de cette masse seront plus déviés, et formeront une image de l'étincelle au-dessous

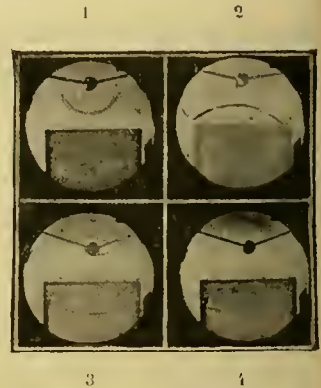


Fig. 4. — Réfraction d'une onde sonore sphérique de l'air dans l'acide carbonique.

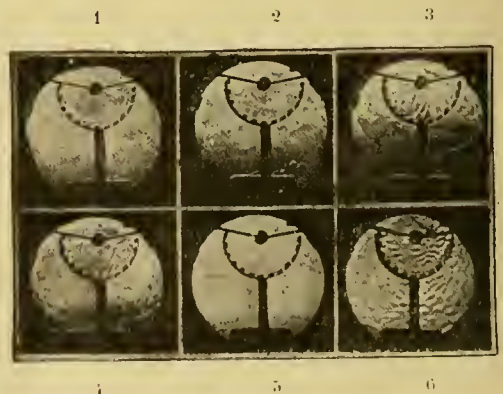


Fig. 5. — Diffraction et réflexion d'une onde sonore sphérique par un réseau cylindrique.

réfraction, et vérifier ainsi les conséquences prévues par la théorie. Les photographies que nous reproduisons ici (fig. 2 à 6) en donnent quelques exemples typiques.

Quand une onde lumineuse sphérique est réfléchie

par un plan, on sait que l'onde réfléchie est également sphérique, son centre de courbure étant situé derrière la surface réfléchissante, à la même distance que celui de l'onde primitive au devant. Il en est de même pour les ondes sonores sphériques, comme le montre la figure 2.

Lorsque la surface réfléchissante est un miroir sphérique (fig. 3), l'onde réfléchie est d'abord plane (fig. 3, n° 1); puis elle poursuit son chemin et s'incurve sur les bords (fig. 3, n°s 2 et 3). Mais bientôt les bords incurvés disparaissent presque complètement (fig. 3, n° 4), car l'onde passe au foyer du miroir. Plus loin, les bords s'incurvent en sens contraire (fig. 3, n°s 5 et 6). L'évolution curieuse de cette onde peut être reproduite entièrement par des dessins géométriques, construits en se basant sur les lois de la réflexion.

La figure 4 représente le phénomène de la réfraction. L'onde sonore sphérique est formée dans l'air et assujettie à se réfracter dans une atmosphère d'acide carbonique; celle-ci est renfermée dans un récipient en verre, fermé à sa partie supérieure par une membrane de collodion tendue, d'une finesse extrême. L'onde sphé-

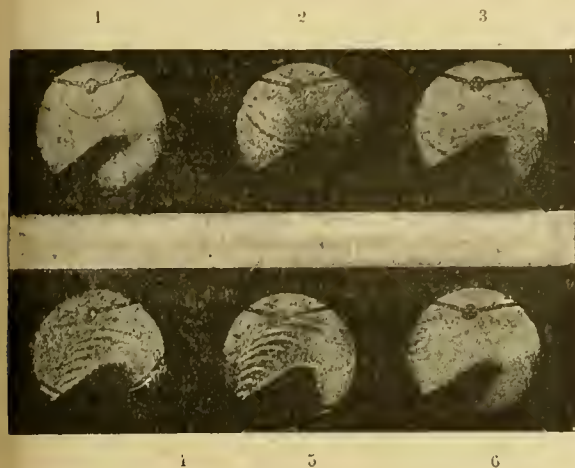


Fig. 6. — Réflexion et diffraction d'une onde sonore sphérique par un escalier.

rique, en arrivant à cette membrane, est en partie réfléchie dans l'air, en partie réfractée dans l'acide carbonique, où elle poursuit sa route sous forme de surface d'hyperboloïde (fig. 4, n°s 2 et 3).

Les deux dernières figures représentent des phénomènes de diffraction. Dans la figure 5, le réseau de diffraction est formé par des lamelles de verre disposées sur une surface cylindrique, et l'onde incidente part du centre de courbure du cylindre. La figure montre successivement l'onde incidente, les ondes réfléchies à l'intérieur du cylindre par chaque lame de verre, les ondes diffractées à l'extérieur, et le réfléchissement des ondes diffractées par la table d'expérience.

La figure 6 montre la formation d'une note musicale par la réflexion d'une seule onde par une suite de gradins, phénomène que Young a démontré être analogue à la formation d'une lumière d'une longueur d'onde définie par un réseau de diffraction¹.

§ 2. — Chimie

Une réaction analogue à celle de Cannizzaro dans la série grasse. — Lorsqu'un aldéhyde de la série grasse est traité par une lessive alcaline, il y a condensation de deux molécules d'aldéhyde, et formation d'aldol. Ainsi, l'acétaldéhyde CH_3CHO se condense en acétaldol $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO}$.

Avec les aldéhydes aromatiques, la réaction est différente: il se forme l'alcool et l'acide correspondants. Ainsi, la benzaldéhyde, traitée par la potasse, donne de l'alcool benzylique et du benzoate de potasse:



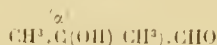
Cette dernière réaction est connue sous le nom de réaction de Cannizzaro.

Quelle est la cause de cette différence? Le Professeur Lieben, de Vienne, a cru la trouver dans le fait que, pour les aldéhydes gras, l'atome de carbone (α), qui est relié immédiatement au groupement aldéhydique CHO , porte toujours un atome d'hydrogène, tandis que, dans les aldéhydes aromatiques, il n'en porte pas:

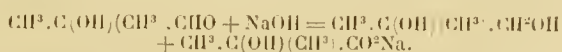


Si cette hypothèse est fondée, on doit pouvoir, en substituant par d'autres groupes le ou les atomes d'hydrogène reliés au carbone α dans un aldéhyde gras, modifier sa réaction en présence des alcalis.

M. A. Franke, élève du Professeur Lieben, vient de vérifier la justesse de cette supposition². Il a préparé l'aldéhyde α -oxyisobutyrique:

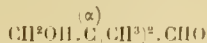


dans lequel l'atome de carbone α n'est lié directement à aucun atome d'hydrogène. Cet aldéhyde, traité par une lessive de soude, ne donne pas d'aldol, mais bien de l'alcool oxyisobutyrique et de l'oxyisobutyrate de soude:



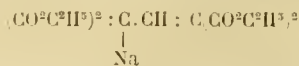
C'est l'analogue, pour la série grasse, de la réaction de Cannizzaro.

M. Leo Wessely³, autre élève de Lieben, a obtenu une réaction analogue avec l'aldéhyde α -diméthyl- β -oxypropionique:



qui donne avec la potasse du pentaglycol et de l' α -diméthyl- β -oxypropionate de potasse.

Formation de composés aromatiques à partir du glutaconate d'éthyle et de ses dérivés. — En chauffant avec de l'alcool à 150° le dérivé sodé de l'éther dicarboxy-glutaconique:



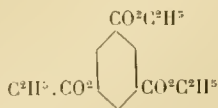
MM. Lawrence et Perkin junior ont remarqué³ qu'il y avait formation abondante de trimésate d'éthyle:

¹ Monatshefte für Chemie, 1900, t. XXI, p. 1122.

² Monatshefte für Chemie, 1901, t. XXIII, p. 66.

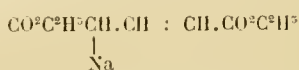
³ T. LAWRENCE et W. H. PERKIN JUN.: Proc. of the Chem. Soc., n° 234, p. 47.

⁴ Les clichés de ces photographies nous ont été obligeamment prêtés par le journal anglais Nature (de Londres). Ils se trouvent dans le commerce, ainsi qu'un grand nombre d'autres analogues, sous forme de clichés à projection, et ils constituent une belle illustration pour l'enseignement de l'Acoustique. Le Laboratoire d'Enseignement de la Physique à la Sorbonne en a fait l'acquisition d'une série, qui est utilisée aux cours de la Faculté des Sciences.

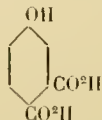


L'éther méthylique sodé subit une transformation analogue.

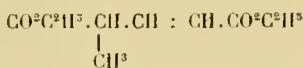
Le glutaconate d'éthyle sodé :



subit, dans les mêmes conditions, une décomposition différente, et il est converti en acide hydroxy-isophtalique :

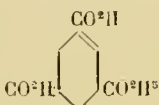


L'éther méthyl-glutaconique :

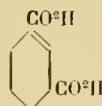


chauffé avec de l'éthylate de soude à 140°, donne un éther solide fondant à 96°, lequel, par hydrolyse, fournit un acide fondant à 216° qui n'a pas encore été complètement étudié.

L'acide trimésique, soumis à la réduction au moyen de l'amalgame de sodium, fournit un mélange des stéréo-isomères répondant à la constitution :



L'un d'eux a été isolé et fond à 210°; chauffé avec de l'anhydride acétique, il perd CO^2 en donnant l'anhydride de l'acide tétrahydro-isophtalique, dont la formule de structure ne peut être que :



Ce sont là de nouveaux exemples intéressants de synthèses de composés aromatiques à partir de dérivés de la série grasse.

§ 3. — Biologie

Comment les fleurs attirent les Insectes.

— Dans ces dernières années, M. Plateau a publié un certain nombre de travaux, tous faits avec le plus grand soin, dans le but de définir ce qui attire vers les fleurs les Insectes avides de nectar. Ses expériences ont été critiquées par divers auteurs, et notamment par M. Forel¹, qui ne l'a peut-être pas fait avec toute la courtoisie que mérite un observateur aussi consciencieux que M. Plateau. Mais cette polémique aura pour avantage de mettre les choses au point; la critique la plus serrée et la moins indulgente n'est pas de trop quand on expérimente sur les sensations et les sentiments des animaux. Voici quelques faits qui paraissent acquis :

Beaucoup d'Insectes, notamment les Mouches et les Guêpes, paraissent être surtout dirigés par l'odorat; ils butinent là où il y a du nectar ou du miel, quelle

que soit la couleur de la fleur où il se trouve, ou la forme de l'artifice où il a été déposé. Il semble qu'il n'en est pas de même pour les Abeilles et Bourdons, dont l'odorat est beaucoup moins bon que celui des Insectes cités plus haut; l'Abeille, lorsqu'elle a trouvé du nectar sur une certaine fleur, se rappelle et la forme de la fleur et la place où elle se trouve, et elle y revient grâce à sa mémoire, qui peut durer pendant environ huit jours; l'odorat seul ne peut la guider sur l'appât qu'à une distance très courte, quelques centimètres à peine; en effet, si l'on cache quelques fleurs d'un massif sous des feuilles vertes, les Abeilles cessent de les visiter jusqu'au moment où elles découvrent l'artifice par l'odorat, en furetant très près d'une fleur cachée; alors, elles cherchent à y pénétrer, et peuvent y revenir. Des Abeilles et des Bourdons, auxquels on a coupé les organes olfactifs (antennes), butinent comme les individus normaux, ce qui prouve évidemment que ces Insectes sont guidés, non point par l'odorat, mais par la vue des yeux composés, si trouble qu'elle puisse être, et par les souvenirs visuels.

Il est très curieux de constater que les fleurs artificielles les mieux imitées, mêlées aux fleurs naturelles de la même plante, ne trompent jamais les Abeilles et la plupart des Hyménoptères, même si l'on a mis du miel à l'intérieur des corolles artificielles. Il est étonnant que l'imitation, parfaite au point de vue de l'œil humain, soit insuffisante pour l'œil de l'Insecte; mais il faut bien qu'il en soit ainsi, à moins que ces fleurs artificielles aient une odeur qui éloigne les Insectes.

Enfin, qu'une fleur soit colorée ou verte, qu'elle ait des marques éclatantes (organes vexillaires) ou non, elle attire toujours les Insectes pourvu qu'elle renferme du nectar, ce qui montre que la fécondation des végétaux ne souffrirait aucunement si les parties voyantes des fleurs étaient supprimées; celles-ci n'ont donc pas la fonction attractive qu'on leur avait attribuée.

En somme, ce qui sépare M. Forel de M. Plateau, c'est que le premier attribue un rôle prépondérant à la vue, à la mémoire visuelle des localités, de la forme et de la couleur des fleurs, surtout pour les Abeilles, tandis que le second donne à l'odorat une importance beaucoup plus grande qu'à la vue; l'expérience des Abeilles à antennes coupées, si elle réussit comme le dit M. Forel, donne évidemment tort à M. Plateau. D'autre part, le dédain des fleurs artificielles, l'indifférence des Insectes à la forme et à la couleur des fleurs pourvu qu'elles renferment du nectar, parlent en faveur de M. Plateau. Il est possible qu'ils aient tous deux raison, et que les différentes espèces examinées se comportent très différemment.

L'Association des Anatomistes. — L'Association des Anatomistes a tenu son troisième congrès à Lyon, dans les locaux de la Faculté de Médecine, les 1^{er}, 2 et 3 avril, sous la présidence de M. le Professeur Renault, de MM. Arloing, Lesbre, Chautre, vice-présidents (ces deux derniers en l'absence de MM. Testut et Ledouble empêchés). Plus de cinquante anatomistes français et étrangers assistaient à cette réunion. Parmi les personnalités étrangères, citons les Professeurs Golgi et Luigi Sala (Pavie), Van Beneden (Liège), Romiti (Pise), Laskowsky et Eternod (Genève), Bugnon (Lausanne), Van der Stricht (Gand), Strasser (Berne), Keibel (Fribourg-en-Brisgau), Fusari (Turin), etc.

Les trois journées ont à peine suffi pour les communications, démonstrations, discussions, et quelques visites aux services et musées d'anatomie. La réception de l'Université Lyonnaise a été extrêmement cordiale; la Municipalité de Lyon elle-même a tenu à s'y associer.

Rendez-vous a été pris pour la prochaine session, en 1902, à Montpellier, sous la présidence de M. le Professeur Sabatier, les trois premiers jours de la semaine avant Pâques. Tous les anatomistes sont invités à cette réunion.

¹ *Rivista di Biologia generale*, III, nos 1-2, 1901.

§ 4. — Physiologie

L'insuffisance glycolytique. — L'organisme animal possède une remarquable aptitude à retenir et à utiliser la glycose. Un homme peut ingérer 500 gr. de glycose et plus en vingt-quatre heures, sans qu'il en passe même des traces dans les urines. Cette glycose se fixe partie sous forme de glycogène dans le foie et dans les muscles, partie sous forme de graisse dans les tissus adipeux, ce glycogène et cette graisse étant ultérieurement brûlés pour fournir l'énergie nécessaire à la production de la chaleur animale ou du travail musculaire. Le pouvoir glycolytique de l'organisme n'est pas toutefois illimité : la quantité de glycose (ou de produits capables de se transformer en glycose dans l'économie) ingérée augmentant, il arrive un moment où le sucre s'accumule dans le sang, et passe dans les urines. La quantité de glycose que l'organisme peut emmagasiner et utiliser varie considérablement d'un individu à l'autre : tel sujet pourra absorber 800 grammes de glycose en vingt-quatre heures sans présenter de glycosurie; tel autre aura des urines sucrées pour en avoir absorbé 400 grammes, 300 grammes et moins. Cette quantité varie selon le mode d'introduction de la glycose : un homme peut ingérer 400 grammes de glycose d'un coup sans devenir glycosurique; il le devient à peu près sûrement si on lui en injecte 60 grammes sous la peau. Quand, à la suite d'une alimentation normale, ne produisant pas de glycosurie chez la majorité des sujets, on voit apparaître la glycosurie, on dit qu'il y a insuffisance glycolytique. On peut admettre également qu'il y a insuffisance glycolytique chez les sujets qui deviennent glycosuriques à la suite d'une injection sous-cutanée d'une solution de glycose incapable à la même dose et à la même concentration de rendre glycosuriques le plus grand nombre de sujets.

L'insuffisance glycolytique se manifeste au maximum chez les diabétiques (forme grave). Il est des cas où le pouvoir glycolytique de l'organisme est nul ou presque nul — tel par exemple le cas des animaux dont on a enlevé la totalité du pancréas — l'organisme éliminant, sous forme de glycose, par les urines, la totalité des hydrates de carbone ingérés ou injectés, et la totalité des hydrates de carbone formés dans l'économie, aux dépens des substances protéiques. Il est des cas où le pouvoir glycolytique de l'organisme, sans être nul, est considérablement réduit : l'organisme éliminant, sous forme de glycose, par les urines, la totalité des hydrates de carbone ingérés ou injectés, mais pouvant utiliser la glycose dérivée dans l'économie des substances protéiques. Il est des cas où l'organisme peut utiliser la totalité des hydrates de carbone ingérés, quand leur quantité est petite, ou seulement une partie, quand leur quantité est plus grande. Il est des cas, enfin, où il n'y a point de glycosurie avec l'alimentation normale, mais où la glycosurie apparaît pour une alimentation contenant une quantité d'hydrates de carbone plus grande que la quantité moyenne d'une alimentation normale, tout en étant insuffisante pour produire la glycosurie chez la majorité des individus. Il y a donc tous les degrés dans l'insuffisance glycolytique.

Dans un intéressant travail publié par MM. Achard et Lœper dans les *Archives de Médecine expérimentale et d'Anatomie pathologique*, ces auteurs ont recherché l'insuffisance glycolytique par la méthode des injections sous-cutanées dans un certain nombre d'affections aiguës ou chroniques. Ils ont montré que cette insuffisance glycolytique est fréquente dans le cancer et dans la cachexie tuberculeuse, dans les diverses affections rhumatismales, dans la pneumonie, dans la fièvre typhoïde, etc.

« Le diabète ne doit donc pas nous apparaître,

disent-ils, comme une entité morbide à part, car le trouble fondamental qui le caractérise se relie étroitement aux désordres nutritifs observés communément dans les maladies les plus diverses. Ce n'est pas un état morbide sans analogue dans le cadre nosologique, c'est un état dans lequel le trouble banal de l'insuffisance glycolytique est porté à son plus haut degré.

« Il est donc permis de se demander s'il n'y aurait pas lieu d'étudier de plus près les relations du diabète avec les maladies qui s'accompagnent le plus volontiers d'insuffisance glycolytique... »

Ce sont là des opinions intéressantes et suggestives, qu'il est utile, croyons-nous, de signaler.

Une remarque nous est suggérée par une phrase que nous relevons dans ce travail. « Plusieurs procédés sont susceptibles, disent MM. Achard et Lœper, de mettre en évidence l'insuffisance glycolytique. Certains d'entre eux ne sont pas applicables à la clinique : telles sont la détermination de l'activité glycolytique du sang (Lépine)... ». M. Lépine a soutenu l'opinion que le sang normal circulant possède un pouvoir glycolytique qu'on peut mesurer en déterminant, *in vitro*, la quantité de sucre disparaissant dans le sang extrait de l'organisme dans des conditions de température déterminées, et pendant un temps déterminé. M. Arthus a démenti l'inexactitude de cette opinion et établi, de façon indiscutable, que le sang *in vivo* ne possède aucun pouvoir glycolytique, et que celui qu'il possède *in vitro* lui est conféré par la production extraorganique d'un agent glycolytique d'origine leucocytaire. On ne saurait donc, dans aucun cas, déterminer le pouvoir glycolytique d'un organisme vivant ou l'insuffisance glycolytique en étudiant la glycolyse dans le sang. L'insuffisance glycolytique comme le pouvoir glycolytique sont des propriétés tissulaires, non des propriétés hémiques.

Albumines du sang d'homme et du sang de singes. — Si on injecte sous la peau d'un lapin, à deux ou trois jours d'intervalle, pendant deux à trois semaines, de 5 à 10 centimètres cubes de sérum de sang humain, on communique au sérum du lapin ainsi traité la propriété de précipiter *in vitro* du sérum de sang d'homme, sans précipiter le sérum du sang des autres animaux, tels que le cheval, le bœuf, le mouton, le porc, etc. Le pouvoir précipitant du sérum augmente à mesure que les injections se font plus nombreuses, et il est possible, après plusieurs mois de traitement, d'obtenir un sérum de lapin capable de donner encore un précipité non douteux dans un sérum dilué à 1/50.000^e.

Or, si l'on fait agir un tel sérum de lapin préparé au moyen d'injections de sérum humain sur le sérum de certains singes, on voit apparaître dans le mélange un précipité qui, pour être moins abondant que dans le sérum humain, n'en est pas moins non douteux. Peut-on, de ce fait intéressant, et qu'il serait important de contrôler sur différentes espèces de singes, peut-on tirer des conclusions positives sur les relations phylogénétiques des espèces humaine et simiesques? Il convient d'être prudent, car, si les sérums précipitants possèdent, en général, une remarquable spécificité (un sérum précipitant le sérum de cheval ne précipite pas le sérum d'âne), il existe des exceptions : c'est ainsi que le sérum d'un lapin préparé au moyen d'injections répétées de sang de poule précipite le sérum de poule, mais précipite aussi le sérum de pigeon. Contentons-nous donc, pour le moment, d'enregistrer la précipitation des sérums de sangs d'homme et de certains singes par un même sérum préparé au moyen du sang d'homme, et attendons que les expériences aient été multipliées et variées pour en tirer des conséquences d'ordre théorique.

LA MÉDECINE EXPÉRIMENTALE

La méthode d'observation est aussi vieille que le monde. Elle a suffi, au cours des siècles, à créer une foule de sciences : l'Astronomie, la Météorologie, l'Histoire naturelle, la Médecine, l'Agriculture, etc. Plus moderne qu'elle, la méthode expérimentale s'est immédiatement montrée plus puissante. C'est d'elle que sont nées les merveilles dont la Physique ne cesse de nous étonner et les belles créations synthétiques de la Chimie actuelle ; avec la spectroscopie, la méthode expérimentale tend à régénérer l'Astronomie ; la Minéralogie, la Géologie, la Zoologie elle-même lui doivent leur renouveau. Quels profits a pu tirer la Médecine de cette méthode ? Quels avantages peut-elle encore en attendre en Physiologie, en Thérapeutique, en Clinique ? Est-ce vers l'observation directe plus ou moins exclusive du malade, ou vers l'expérimentation appliquée à la maladie qu'il faut surtout tourner les efforts des générations nouvelles dans l'intérêt de la science et de la pratique médicales ? Voilà ce que je voudrais examiner.

I

En Médecine, la méthode d'observation a fait ses preuves. Il ne paraît pas bien nécessaire de montrer le rôle important qu'a joué, dans la genèse de la Médecine actuelle, la culture de cette branche de l'Histoire naturelle qui s'occupe de la description exacte des organes, l'*Anatomie*. On peut, à la grande rigueur, faire de la médecine sans anatomie, lorsque, ainsi qu'Hippocrate qui ne la connaissait pas, on est un observateur de génie. Mais où en serions-nous si, comme on le professait du temps de Gallien, nous pensions encore que les aliments et l'air passent, l'un poussant l'autre, par la trachée-artère, que les larmes coulent des ventricules du cerveau, et que les rhumes ont la même origine ! C'est cependant ce grand médecin, tout plein des erreurs de son temps, le premier des physiologistes et expérimentateurs, s'il n'y eût eu Aristote, qui démontra que les urines viennent des reins rattachés à la vessie par les uretères, et qui put établir que les artères contiennent, durant la vie, non pas de l'air, comme on le pensait avant lui, mais bien du sang.

L'invasion, par les barbares du nord, de l'Europe civilisée compromit durant dix siècles ces premiers essais de science médicale. Il fallut tout ce temps pour que l'esprit humain, profondément troublé par l'invasion des nouvelles races, reprit enfin confiance en lui-même. Avec la Renaissance,

la doctrine du libre examen et de l'observation directe des faits succéda partout à celle de l'autorité. Jusque-là, la science des Écoles avait vécu sur la parole d'un Aristote de convention. En 1495, on publia à Venise sa véritable *Histoire des Animaux* et ses *Parties des Animaux*. C'est ainsi qu'à dix-huit cents ans d'intervalle, le grand philosophe grec enseignait aux hommes, de nouveau, à raisonner d'après la Nature. L'esprit d'observation directe et d'expérimentation méthodique, la confiance en la raison humaine appuyée sur les faits devinrent les levains de cette grande, de la plus grande des révolutions. Pour nous en tenir aux choses de la Médecine, vers 1543 le célèbre chirurgien de Charles-Quint, Vésale, fondait l'anatomie réelle, et décrivait pour la première fois, *de visu*, les organes du corps humain dans son traité *De humani corporis fabrica*. En 1550, l'espagnol Michel Servet, comme Vésale ancien étudiant de Paris, fit la remarquable observation que le sang passe du ventricule droit du cœur au ventricule gauche à travers le poumon et qu'il s'y revivifie. Mais, tant est lente la méthode d'observation pure, qu'il fallut encore un siècle, et un homme de patient génie, pour que Harvey reconnût, grâce à la dissection d'un grand nombre d'animaux, même vivants, que le cœur pousse dans les artères, qui se dilatent pendant qu'il se contracte, le sang qui revient au cœur par les veines : démonstration mémorable que confirma définitivement l'observation directe de la circulation capillaire faite, peu de temps après, par Malpighi.

La découverte de la circulation du sang par Harvey ne s'imposa pas aisément ; jugé comme un rêveur par les praticiens de son temps¹, Harvey perdit sa clientèle. En France, il n'eut pas pour lui les médecins de tradition, ni la Faculté, mais il eut le grand Descartes, Molière et Louis XIV². On se divisa en *circulateurs* et *anticirculateurs*. Malheureusement, ces derniers n'ont pas encore tous disparu avec Harvey et Molière, et les progrès dus en Médecine aux sciences exactes gêneront toujours quelques modernes Thomas Diafoirus.

Sans eux et malgré eux, la Zoologie, la Physiologie humaine, l'Anatomie comparée se sont peu à peu constituées à côté de la Médecine clinique, qui seule avait paru d'abord devoir attirer utilement l'attention des praticiens. Mais qui ne voit

¹ D'après son compatriote Aubry, cité par Milne Edwards. *Physiologie et Anatomie comparées*, t. III ; p. 24, note.

² Il ordonna qu'une chaire fut créée au Jardin des Plantes pour enseigner l'anatomie et la circulation du sang.

qu'avant d'examiner l'exception, il faut connaître la règle, et que l'étude de l'homme malade ne peut être bien comprise qu'en s'éclairant de celle de l'homme et des animaux dans leur état de fonctionnement normal.

Je n'ai pas à dire ici comment les Spalanzani, les Hunter, les Geoffroy-Saint-Hilaire, les Ch. Bell, les Magendie, les J. Müller, les Flourens, les Cl. Bernard, etc., ont fait de la Physiologie une science expérimentale, autonome, distincte de l'Anatomie proprement dite et de cette anatomie plus fine des tissus, l'*Histologie*, qu'avait fait naître une invention admirable des physiciens du xvii^e siècle, le microscope.

Vers cette époque, la Chimie entre en scène. La belle et puissante science des transformations de la matière n'avait jusque-là consisté qu'en une suite de recettes plus ou moins hermétiques, originaires des Egyptiens, des Grecs et de l'Asie, sorte de tradition transmise aux initiés, mêlée d'alchimie, d'astrologie et un peu de magie. Avec le médecin périgourdin Jean Rey, l'anglais Robert Boyle et le hollandais Van Helmont, commence la vraie Chimie, et même la Chimie biologique.

Jean Rey démontrait, vers 1630, la pesanteur de l'air, et, par conséquent, sa matérialité niée par Aristote d'après une expérience mal comprise. Rey établit l'augmentation du poids des métaux quand on les calcine, et introduisit dans la Science cette notion essentielle du poids comme un critérium dans l'étude des variations de la matière. La balance devint désormais comme la boussole du chimiste. Vers le même temps, Van Helmont distinguait les différents *airs*, qu'il nommait *gaz*, et découvrait l'acide carbonique. Robert Boyle établit expérimentalement que l'air ordinaire est indispensable à la vie de tous les animaux, y compris les poissons, et qu'ils meurent si cet air ne se renouvelle pas ou leur est enlevé.

Peu d'années après, Lavoisier allait renouveler les doctrines et fixer les notions des vrais éléments. En 1773, il démontrait que l'*esprit sylvestre* (l'acide carbonique de Van Helmont) est formé de charbon uni à une partie de l'air; en 1777, il établit que cet air, jusque-là considéré comme un élément homogène, est formé de deux gaz : un *air vital*, propre à entretenir la vie et la combustion, et un gaz résiduel, une *moffette irrespirable*, qu'il regarda d'ailleurs comme probablement très complexe¹.

La même année, Lavoisier couronnait ses mémorables recherches sur l'air et la combustion par la découverte de l'origine de la chaleur animale. Joseph Black avait déjà constaté en 1757 que le *gaz sylvestre* s'échappe des poumons à chaque expiration. Plaçant des animaux dans son calorimètre à glace, Lavoisier montra qu'ils produisent, en un temps donné, une quantité de chaleur presque égale à celle que donnerait la quantité de charbon contenu dans l'acide carbonique qu'ils excrètent durant cette même période si ce charbon était directement brûlé à l'air. Il en conclut aussitôt « que la respiration est une combustion lente d'une partie du carbone contenu dans le sang, et que la chaleur animale est entretenue par la portion de calorique qui se dégage au moment de la conversion de l'oxygène en acide carbonique, comme il arrive dans toute combustion de charbon ».

Ainsi fut faite la découverte de l'origine de la chaleur animale, de ce fait mystérieux intimement lié à la vie, car il commence et finit avec elle. Chose remarquable, c'est à un médecin praticien, Robert Mayer, que nous devons la preuve que la seconde propriété essentielle des animaux, à savoir leur aptitude à se mouvoir et à produire du travail, est en corrélation étroite avec les causes qui entretiennent leur chaleur. Cette découverte capitale date de 1842.

C'est ainsi que, grâce à la méthode rationnelle, à la fois fondée sur l'observation et l'expérimentation, tendait à s'établir peu à peu ce grand principe, aujourd'hui universellement admis, que tous les actes des êtres vivants *susceptibles de mesure et d'équivalence matérielle ou mécanique* sont d'ordre purement physico-chimique, et que, par conséquent, toutes les fonctions vitales, à l'exception de celles de l'entendement, pour lesquelles l'équivalence n'est pas démontrée, sont des modes d'être de l'*énergie* : Les formes diverses résultent des mécanismes qui mettent en jeu cette énergie et les modifications dépendent des conditions matérielles, externes ou internes, physiques ou mécaniques, qui l'excitent, la modèrent ou la transforment suivant leur état et celui du milieu ambiant. Telle fut l'idée directrice, la doctrine fondamentale du *déterminisme* de Cl. Bernard.

Montrer que l'analyse des faits de la vie conduit à les subdiviser en définitive en une série d'actes mécaniques ou physico-chimiques mesurables, et toujours sous la dépendance des lois qui régissent les phénomènes matériels, serait faire l'histoire des découvertes de la Physiologie moderne tout entière : l'osmose et les échanges pulmonaires; les mécanismes chimico-physiologiques de la digestion; les lois de l'isotonie qui président à l'absorp-

¹ Il dit en propres termes : « Je soupçonne d'ailleurs que la partie nuisible et méphitique de l'air est elle-même fort composée ». (Voyez *Œuvres de Lavoisier*, publiées par Dumas. Paris, Imprimerie nationale, t. II; p. 120.) On voit que Lavoisier avait été plus perspicace que ses successeurs et qu'il n'avait pas considéré le résidu de l'air impropre à la combustion comme un élément simple.

tion et aux sécrétions; la mécanique des mouvements musculaires; les forces qui, dans chaque organe, déterminent la consommation des réserves et la production de l'énergie chimique, calorique ou mécanique; le mode de fonctionnement des organes des sens, et particulièrement de l'audition et de la vue, etc., toutes ces découvertes, qui ont fait de la Physiologie moderne la vraie science préparatoire à la Pathologie et à la Clinique, ne sont que des chapitres des sciences mécanique, chimique et physique dans leurs applications à l'étude précise des phénomènes de la vie.

L'Anatomie, la Physiologie et la Physico-chimie ont été les trois échelons successifs qui ont permis d'accéder au sanctuaire, où, sous des voiles de plus en plus transparents, se célèbre le grand mystère de la Vie.

Il serait injuste d'oublier ce dont la Médecine est redevable à une science dont elle n'est, pour ainsi dire, qu'un rameau, l'*Histoire naturelle des êtres vivants*. C'est de l'Histoire naturelle que sont issues l'Anatomie et la Physiologie comparées, la Tératologie, l'Embryogénie. C'est à elle que revient la détermination étiologique des maladies parasitaires : gale, teigne, trichinose, fièvres paludéennes, fièvre jaune, coccidiose, cancer et syphilis peut-être. A la Botanique nous devrions une vive reconnaissance, ne nous eût-elle fourni que le quinquina, l'opium, la rhubarbe, la coca, l'ipéca, le cacao... et mille autres drogues si précieuses en thérapeutique. Mais l'Histoire naturelle est restée avant tout une science d'observation, et c'est de l'expérimentation surtout, qu'à mon sens, la Médecine de l'avenir doit attendre ses principaux progrès.

C'est au laboratoire, en effet, et par l'expérimentation, que les chimistes biologistes ont patiemment déterminé la composition des tissus, du sang et des humeurs, qu'ils ont pu saisir leurs variations et entrevoir ainsi les causes profondes des états diathésiques primitifs, constitutionnels ou pathologiques. C'est par l'étude expérimentale précise qu'ils ont pu expliquer les relations entre la contraction du muscle, la calorification et les excrétions simultanément formées, pour en déduire ensuite le régime qui convient à l'homme au repos ou au travail; c'est par la Chimie que nous connaissons les processus qui donnent naissance à l'urée, à l'acide urique, aux graisses, aux sucres, aux diverses excrétions et à leurs modifications normales ou anormales. Elle les poursuit jusque dans les tissus et les cellules où naît la perturbation primitive d'où la maladie tire son origine; c'est la Chimie qui éclaire la digestion et les troubles qui s'y rattachent; qui fait connaître les variations des échanges respiratoires et des excrétions pendant le repos,

le travail, les états normaux ou pathologiques; c'est elle à qui l'on doit la découverte des agents spécifiques de la vie cellulaire, ces mystérieux ferments excitateurs des actes élémentaires primordiaux, dont l'harmonie crée le fonctionnement de chaque organe.

Cet ensemble de connaissances exactes a fait de la Physiologie moderne une science définie, méthodique, précise, offrant à la Pathologie un solide point d'appui et de puissants moyens d'action.

Je sais bien qu'attachés à la vieille médecine dite traditionnelle (celle qui de tout temps a retardé), quelques-uns de ces anticirculateurs dont je parlais plus haut diront : Que nous importent la Physiologie et la Science; avant tout, le malade, la clinique, l'hôpital! J'ai hâte de le reconnaître, le but principal du médecin praticien n'est pas d'expliquer les faits qu'il observe et de faire des découvertes (et il en a fait d'ailleurs de mémorables, celle de l'*auscultation* en particulier). Mais il doit, avant tout, rendre les services qu'on attend de lui, soigner, soulager, guérir. Je m'incline devant sa science, sa prudence, son dévouement, son rôle si précieux, si touchant, lorsqu'il vient apporter dans les familles l'espoir et la santé. Mais, dans cet article, je me place, non pas tant au point de vue du médecin, qu'à celui de la Médecine, ou plutôt de ses progrès à venir et de ses méthodes. Je viens de montrer ce que la médecine physiologique a gagné à la méthode expérimentale; voyons ce qu'a gagné ou peut espérer d'elle la médecine clinique.

II

Avant l'époque moderne, alors que la maladie s'étudiait surtout à l'hôpital, fort peu au laboratoire, quelle conception se faisait-on de l'*état pathologique*?

« La maladie, dit Friedlander, est une certaine forme de la vie qui résulte d'une sédition des forces s'associant d'une façon nouvelle: forme qui, bien que contraire à la forme régulière de la vie, s'unit avec elle... Aussi, dans les corps malades, la vie paraît non seulement s'être écartée de la règle générale, mais encore être troublée ou même dissoute par la lutte de ces forces qui ne s'accordent point » (*Fundamenta doctrine pathologicæ*, p. 32, cité dans le *Dictionnaire de Médecine* en 30 vol.).

« La maladie, dit Chomel, est une aberration notable survenue soit dans la disposition matérielle des solides ou des liquides, soit dans l'exercice d'une ou plusieurs fonctions (*Ibid.*, t. XIII, p. 50).

« La maladie, dit Maurice Raynaud, c'est l'ensemble des phénomènes qui évoluent sous l'influence d'une même unité affective » (*Dictionnaire de Jaccoud*, article *Maladie*, p. 502).

C'est à ces obscures conceptions de la maladie qu'après plus de deux mille ans d'observations, la Clinique avait abouti. Je le demande, que pouvait-on tirer de ces notions vagues de *forces discordantes*, *d'aberrations dans la disposition des liquides*, *des solides* ou *dans l'exercice des fonctions*, de *l'évolution des phénomènes sous l'influence des unités ou entités affectives*? Heureusement, le génie des grands médecins : Hippocrate, Celse, Sydenham, Morgagni, Jenner, Laënnec, etc., avait suppléé à l'insuffisance des conceptions de leur temps; mais ces grands hommes appartenaient surtout à l'École de l'observation pure. Voyons ce qu'a produit depuis l'École de l'expérimentation méthodique.

En 1848, un jeune chimiste de vingt-six ans découvrait la dissymétrie moléculaire et y rattachait aussitôt la polarisation rotatoire. Pour séparer ses cristaux hémihédres, Louis Pasteur essaya l'action des moisissures, et fut conduit ainsi, vers 1855, à examiner le mécanisme que jouent les êtres inférieurs monocellulaires dans la destruction des matières organiques dont ils se nourrissent. Il découvrit ainsi que les fermentations lactique, butyrique, alcoolique, etc., dépendent chacune non, comme le croyait Liebig, d'une vibration, d'une décomposition banale commencée dans une matière animale instable et transmise aux matières fermentescibles, mais bien du fonctionnement normal d'organismes spécifiques et vivants qui constituent le ferment figuré. Pasteur établit que ces organismes ne se créent pas de toutes pièces, qu'ils proviennent généralement de l'air qui les charrie, et qu'ils ont toujours pour origine un organisme préexistant et semblable à eux.

De 1865 à 1870, il observa que des corpuscules analogues, bâtonnets ou bactéries, en se développant et proliférant dans le corps des vers à soie, déterminent chez eux deux maladies spécifiques et contagieuses, la *pébrine* et la *flacherie*. A côté de Pasteur, un pas de plus avait été fait par Davaine, qui découvrit la bactériidie, organe spécifique de la maladie charbonneuse. Bientôt, la plupart des affections contagieuses furent conçues par Pasteur comme de véritables fermentations, provoquées dans les tissus ou les humeurs par la présence de ces organismes spécifiques, étrangers à l'économie à l'état de santé, et auxquels il donna le nom de *microbes*.

Cette conception pathogénique nouvelle des maladies virulentes ne fut pas sans provoquer les protestations de la vieille médecine. Alors que les microbes du charbon, de la fièvre puerpérale, du choléra des poules, du rouget du porc, de la tuberculose étaient isolés, cultivés *in vitro*, transmis à volonté; que la vaccination de la maladie charbonneuse était déjà inventée, en janvier 1883, un des

maîtres de la science clinique de ce temps n'hésitait pas à prononcer ces paroles à la tribune de l'Académie de Médecine. « Ce sont là des curiosités d'histoire naturelle, intéressantes à coup sûr, mais à peu près de nul profit pour la Médecine proprement dite, et qui ne valent ni le temps qu'on y passe, ni le bruit qu'on en fait. Après tant et de si laborieuses recherches, il n'y aura rien de changé en Médecine : il n'y aura que quelques microbes de plus ».

Singulier état d'esprit de cette médecine surannée qui « *s'attache aveuglément*, comme fait dire Molière au médecin de son *Malade imaginaire*, *aux opinions des anciens*, et qui *jamais n'a voulu comprendre ni écouter les raisons et les expériences des prétendues découvertes de notre siècle* ». Comment, au point de vue historique ou logique, accepter cette prétention des purs cliniciens qui voudraient borner nos moyens d'information à l'observation directe du malade, à la clinique seule; qui, après avoir négligé, combattu même, il y a trente ans, l'emploi du microscope et du thermomètre, restent encore méfiants devant les résultats précis, matériels, indiscutables, sortis des laboratoires du physiologiste ou du chimiste, et qu'effraye la méthode expérimentale à laquelle les sciences physico-chimiques doivent leur surprenante évolution et leur cachet de certitude. Mais, pour fermer les yeux, empêchera-t-on le soleil de luire? Malgré les railleries, les objections ou les réserves de la vieille médecine, successivement furent découverts les vaccins de la rage, du tétanos, de la diphtérie, de la peste... On rattacha clairement l'idée de maladie à celle d'un empoisonnement par des toxines issues des microbes, ou par des substances offensives originaires de nos propres tissus; on découvrit les antitoxines, ou créa des cytotoxines. A ces magnifiques conquêtes vinrent s'ajouter, sorties également des laboratoires des physiologistes expérimentateurs et des zoologistes, la découverte des sucs organiques sécrétés par les glandes et cellules spécifiques, celle de la phagocytose, enfin la connaissance des ferments, oxydants, réducteurs, hydrolysants, déshydratants, coagulants, anticoagulants... ces agents actifs qui président aux phénomènes élémentaires de la vie. Tout cet ensemble de découvertes mémorables, et telles que la Médecine n'en avait point fait d'aussi grandes depuis ses antiques fondateurs, est le fruit de la méthode d'investigation expérimentale, méthode bien ancienne déjà, mais presque nouvelle en Médecine. Comme elle l'avait fait pour la Physique et la Chimie, elle a transformé de fond en comble la vieille nosologie, les vieilles conceptions étiologiques, la vieille thérapeutique.

Sans doute, il a fallu un Pasteur pour l'intro-

duire en Pathogénie, battre en brèche les anciennes barrières et faire tomber les antiques préjugés. Mais, Pasteur disparu, la méthode reste; elle est bonne, elle est fructueuse et les découvertes se continuent.

Cette méthode, le génie de Pasteur ne l'a pas créée; mais, frappé un jour, comme l'avait été avant lui Van Helmont, de l'idée que la maladie transmissible n'est peut-être qu'une fermentation, Pasteur appliqua à la vérification et au développement de cette hypothèse la méthode des sciences dont il était l'adepte. Elle consiste, partant d'un premier fait d'observation spontanée, fourni quelquefois par le hasard, à provoquer, grâce à un choix raisonné d'expériences de contrôle, les phénomènes qui peuvent rationnellement venir appuyer ou contredire la conception qu'on s'est faite d'abord du fait d'observation initial. L'expérience provoquée doit être susceptible de mesure, et assez simple pour ne permettre qu'une conclusion; celle-ci confirme ou contredit l'hypothèse provisoire d'où l'on est parti; généralement, elle la modifie ou la généralise; et la conception ainsi modifiée, si elle est désormais juste, fait prévoir une série de faits nouveaux qui doivent se vérifier à leur tour. L'examen de ces faits pourra

rectifier encore l'hypothèse directrice; et ainsi, de conception en conceptions, de vérification en vérifications, surgit une vérité plus large, plus universelle, une théorie, une loi, qui répond à tous les faits connus et en fait prévoir et découvrir un grand nombre d'autres jusque-là imprévus. Telle est la méthode expérimentale. Sans doute elle ne saurait, dans tous les cas, se poursuivre directement sur l'homme malade, mais elle peut s'appliquer aux conceptions qu'on se fait de la maladie, se pratiquer sur les animaux de nos laboratoires rendus malades à volonté, puis, par un juste et prudent retour, profiter à l'homme lui-même. C'est dans ces expériences méthodiquement conçues, provoquées dans des conditions artificiellement et rationnellement simplifiées, c'est dans le silence du laboratoire que se sont faits ces progrès qui ont changé la face de la Médecine, qui en ont déjà fait l'une des branches les plus précieuses du savoir humain, et qui créeront un jour la plus grande et la plus surprenante de toutes les sciences : *la Science de la Vie*.

Armand Gautier,
de l'Académie des Sciences,
Professeur à la Faculté de Médecine
de Paris.

LES LOIS DU RAYONNEMENT

ET LA THÉORIE DES MANCHONS A INCANDESCENCE

PREMIÈRE PARTIE : LES PRINCIPES¹

De grands progrès ont été réalisés depuis quelques années dans la connaissance des phénomènes du rayonnement. Dans ce problème, d'une extrême complexité, les relations simples commencent à apparaître, ayant pour la première fois l'aspect de lois naturelles. En même temps, les applications se multiplient, suivant généralement la théorie, mais la précédant parfois. Tel est le cas des manchons incandescents, qui révolutionnèrent pour un temps l'éclairage, et dont le

mode d'action est resté longtemps inexplicé. Nous nous y arrêterons longuement dans la suite; mais une foule de résultats intéressants devront être mentionnés avant que nous puissions aborder ce cas particulier que beaucoup de physiciens considèrent encore comme paradoxal; c'est à l'exposé de ces résultats que sera consacrée la première partie de cet article.

I. — PRINCIPES GÉNÉRAUX.

Un corps noir absorbe, par définition, toutes les radiations arrivant à sa surface. Plaçons dans une enceinte fermée, isotherme, un corps de cette nature, et laissons l'équilibre de température s'établir. A ce moment, le corps noir perdra, dans un temps donné, autant d'énergie qu'il en absorbera, puisque, d'après le principe de Carnot, sa température demeurera invariable.

Remplaçons maintenant le corps noir par un autre corps que nous supposons complètement

¹ Cette étude fait suite à un article publié dans la *Revue* du 15 janvier 1892, sous le titre : *L'Energie dans le spectre*. Quelques-uns des faits qui semblaient devoir être admis à cette époque ne le sont plus aujourd'hui, et la plupart de ceux qui n'ont pas été abandonnés ont pris une forme plus nette et plus générale. L'article qu'on va lire était écrit presque en entier il y a plus d'un an; mais la perspective de voir, à l'occasion du Congrès de Physique, surgir des résultats nouveaux, m'a engagé à en différer la publication. Les données numériques que l'on trouvera plus loin ont été mises en harmonie avec les travaux les plus récents, et notamment avec les résultats magistralement exposés par M. Lumier et M. Rubens au tome II des *Rapports* du Congrès.

opaque. Lorsque l'équilibre thermique est établi, ce corps absorbe une partie de l'énergie que lui envoie l'enceinte, et en réfléchit une autre portion; de plus, il émet une quantité d'énergie exactement égale à celle qu'il absorbe, et son pouvoir émissif est encore exprimé par un coefficient égal à celui qui définit numériquement son pouvoir absorbant.

En tout point de l'enceinte fermée, les radiations traversent l'espace dans toutes les directions, et l'énergie émanée d'un élément déterminé de la surface se compose, pour une partie, de radiations émises, et pour une autre, de radiations réfléchies. Nous changerons infiniment peu les conditions du rayonnement en introduisant dans l'enceinte un corps noir infiniment petit. Ce corps devant être en équilibre avec l'enceinte, nous en concluons que la radiation, dans une enceinte fermée, est identique à celle qui part d'un corps noir. Toutes les directions de l'espace sont traversées par des flux égaux et de sens contraire; il n'y a aucun échange d'énergie entre les divers points de l'enceinte, et aucune direction privilégiée pour l'intensité du flux; on peut donc dire que les radiations sont en équilibre.

Les raisonnements qui précèdent ne souffrent qu'une exception, celle d'une enceinte parfaitement réfléchissante. Son pouvoir absorbant étant nul, son pouvoir émissif l'est aussi. Donc ses parois n'introduisent aucune énergie à l'intérieur, et l'énergie qui s'y trouve est indéfiniment celle qui l'occupait lorsque l'enceinte s'est fermée. Mais il suffit d'y introduire un corps ayant un pouvoir émissif différent de zéro, pour que les radiations à l'intérieur deviennent identiques à celles du corps noir ayant la température du corps rayonnant dans l'enceinte. Ce dernier se mettra en équilibre non pas avec l'enceinte, dont la température peut être quelconque, mais avec l'éther qu'elle contient.

Si l'énergie moyenne était inférieure à celle qui s'établit intérieurement, le corps se refroidirait d'une quantité correspondante à celle de l'énergie absorbée par l'éther, et inversement.

Ce qui vient d'être dit est vrai de tout ensemble de radiations. Les mêmes résultats sont encore exacts pour une radiation isolée, et c'est même dans le cas seulement d'une radiation isolée qu'ils peuvent prendre une forme précise.

Un corps n'est, en général, ni complètement réfléchissant, ni parfaitement absorbant. La valeur numérique de son pouvoir absorbant varie avec la nature de la radiation considérée, chaque radiation qui arrive à la surface d'un corps étant, en général, absorbée dans une proportion déterminée, différente d'une radiation à l'autre.

Un corps peut renvoyer régulièrement une radiation donnée; il est alors réfléchissant pour cette

radiation. Il peut aussi réfléchir régulièrement toutes les radiations: dans ce cas, il est complètement réfléchissant. S'il diffuse également toutes les radiations sans en absorber, on le nommera un corps blanc. S'il en absorbe une proportion constante, il sera un corps gris¹. Si, enfin, il en absorbe une proportion variable suivant la nature de la radiation, on le nommera un corps coloré.

Cette terminologie est empruntée à la considération du spectre lumineux; elle peut s'appliquer sans modification à tout l'ensemble du spectre.

Un corps diffusant peut être assimilé à un corps réfléchissant composé de miroirs élémentaires extrêmement petits, orientés dans toutes les directions.

Un corps peut diffuser par sa surface externe s'il est opaque; s'il est transparent, il ne renverra qu'une faible partie de la lumière par sa surface externe; mais il pourra en renvoyer une proportion considérable, s'il est constitué par un grand nombre de surfaces ou de paillettes superposées. Tel est le cas de la neige, dont la blancheur est due à sa texture en même temps qu'à la transparence de l'eau pour la lumière visible. Dans l'infra-rouge, l'eau est bientôt opaque, donc absorbante; d'ailleurs, son pouvoir réfléchissant est faible; la neige joue à peu près, dans cette région du spectre, le rôle du noir de fumée dans le spectre visible. La neige est un corps coloré dans le sens que nous venons de définir. Un œil dont le pouvoir s'étendrait sur deux octaves de radiations la verrait avec une teinte correspondant au bleu.

Il convient d'étudier de plus près le cas des corps transparents. Supposons un tel corps placé dans l'enceinte isotherme. L'énergie reçue par une de ses faces atteint en partie la face opposée; là, elle rencontre une radiation venant en sens inverse, dont l'intensité est égale à celle de la radiation atteignant la première face. Comme il ne peut y avoir ni gain, ni perte d'énergie sur la seconde face, il est nécessaire que le corps émette, par toute son épaisseur, une énergie égale à la différence entre celle qui est entrée et celle qui émerge venant de l'enceinte. L'émission le long d'un rayon sera égale à l'absorption le long de ce même rayon, et, si nous isolons une épaisseur infiniment petite du corps, de façon à pouvoir négliger la portion qu'il absorbe de sa propre radiation, quantité du second ordre par rapport à celles que nous considérons, nous pourrions dire que, dans un corps

¹ Une généralisation trop hâtive avait fait admettre autrefois, à la suite de Stefan, que la répartition de l'énergie rayonnante était la même pour tous les corps solides; en d'autres termes, on considérerait tous les corps comme gris, le blanc et le noir formant les deux limites; mais on sait aujourd'hui qu'il est loin d'en être ainsi.

partiellement transparent, le pouvoir émissif est égal au pouvoir absorbant pour chaque radiation particulière.

Un corps infiniment mince absorbe une quantité infiniment faible de toute radiation. Un corps infiniment épais absorbe complètement toutes les radiations. Entre ces deux extrêmes, un corps sera considéré comme absorbant ou transparent suivant la délicatesse des moyens d'investigation que nous emploierons pour déterminer la proportion de l'énergie qui le traverse. Nos notions vulgaires sur la transparence sont tirées de l'examen d'une lumière traversant un corps sous les épaisseurs sous lesquelles il se présente habituellement. Nous sommes peu habitués à considérer les corps sous des épaisseurs d'un micron ou d'un kilomètre. Sous la première, l'or et l'argent sont nettement transparents pour la lumière ordinaire et pour notre œil, comme moyen d'investigation; sous la deuxième, l'eau est absolument opaque.

La distinction d'un corps opaque ou transparent n'a donc aucune signification, si l'épaisseur n'est pas précisée, et tout l'exposé qui précède pouvait être limité au cas général de la radiation réfléchie et de la radiation partiellement transmise.

Les résultats énoncés ci-dessus, fondés sur l'idée d'un équilibre thermique final, sont généraux, lorsque la seule énergie que possède un corps est thermique et immédiatement transformable en radiations. Dans certains cas, il est vrai, on pourrait hésiter sur la vraie nature de l'échange d'énergie entre plusieurs corps en présence. Considérons, par exemple, deux corps complètement réfléchissants dans tout le spectre, à l'exception d'une bande étroite, la même pour les deux corps. Supposons que leur pouvoir émissif soit différent, et plaçons-les dans une enceinte réfléchissante pour toutes les radiations. Le corps A aura un pouvoir émissif a , le corps B un pouvoir émissif b , et nous supposerons a plus grand que b .

Nous pouvons amener ces deux corps à deux températures telles que leur émission ait la même valeur, A étant plus froid que B. Ils émettront l'un vers l'autre la même énergie, et on pourrait penser que leur différence de température se maintiendra indéfiniment. Mais, d'après l'égalité des pouvoirs émissifs et absorbants, nous savons que A émet autant que B, parce que son pouvoir émissif est plus considérable; il absorbera donc une plus forte proportion de l'énergie ambiante aussi longtemps que les températures ne seront pas arrivées à l'égalité. A ce moment seulement, son émission et son absorption deviendront identiques.

Mais toute émission de radiations n'est pas due à un phénomène thermique. La phosphorescence nous donne un exemple de radiations émises par

des corps froids et de même nature que celles que peuvent donner des corps portés à une vive incandescence. Un corps de cette nature, placé dans une enceinte fermée, détruit l'équilibre correspondant au corps noir; mais, dans ce cas, on constate toujours une modification de nature chimique dans le corps en question, ce qui l'exclut des raisonnements précédents, fondés sur le principe de Carnot¹.

On ne saurait trop insister, dès le début, sur ce point que, dans une enceinte fermée en équilibre, la radiation est celle d'un corps noir, et possède par conséquent la valeur la plus élevée correspondant à chacune des radiations de l'énergie rayonnante de chaque longueur d'onde que puisse donner un corps *simplement incandescent* à la même température.

On attribue arbitrairement au corps noir le pouvoir émissif égal à l'unité pour toutes les radiations. Nous conserverons provisoirement cette définition, mais nous montrerons qu'elle peut faire place à une autre définition rigoureuse du pouvoir émissif.

II. — LE CORPS NOIR.

Les résultats qui viennent d'être énoncés ne sont qu'une série de conséquences nécessaires du second principe de la Thermodynamique. Si élémentaires que semblent les raisonnements, il n'a pas fallu moins que le génie de Poisson et la grande perspicacité de Kirchhoff pour montrer toute la généralité de ces résultats. On eût pu les lire en entier dans les idées de Prévost, si l'on avait su les interpréter. Rien peut-être mieux que l'histoire de ces quelques principes ne montre qu'une idée ne peut germer qu'à son heure, lorsque le terrain est préparé à la recevoir. Banale dans la suite, elle est stérile jusqu'alors.

Dans les innombrables recherches faites en vue d'éclaircir les questions qui se posent au sujet des radiations, on a combattu sans cesse contre deux ordres divers de complications. D'une part, les actions spécifiques des radiations sur des récepteurs particuliers, tels que l'œil ou la plaque photographique, ont trompé sur leur véritable énergie; et, même dans l'emploi de la pile ou du bolomètre, on a trop facilement admis que le récepteur, noir dans le spectre visible, l'était pour toutes les radiations. D'autre part, on a pris comme source des radiations des surfaces qui n'étaient jamais complètement noires ni même grises, mais qui étaient toujours des corps colorés, suivant la définition que nous en avons donnée.

¹ Nous faisons abstraction des radiations d'origine encore inconnue émises par les corps radio-actifs; jusqu'ici, il a été impossible de trouver la source de ces radiations, sans admettre que le principe de Carnot souffre des exceptions.

En réalité, si l'on fait abstraction d'une enceinte fermée, le meilleur corps noir est un corps presque transparent pour toutes les radiations, et dont l'épaisseur est très grande. Une colonne d'un mélange gazeux *isotherme* et ayant une épaisseur de quelques milliers de kilomètres sous une densité suffisante est un excellent corps noir, et sa radiation peut servir de terme de comparaison.

Tel serait le cas du Soleil s'il était à une température uniforme depuis une grande profondeur jusqu'à une distance du centre où la densité de sa matière est négligeable. Mais nous savons qu'il n'en est pas ainsi : la décroissance de l'éclat, du centre au bord figuré de son limbe, nous montre que les couches supérieures absorbent la lumière émanée des couches profondes et la modifient. Les radiations qui parviennent à l'extérieur traversent des milieux matériels qui ne sont ni assez transparents, ni assez opaques pour nous donner une radiation physiquement bien définie. Transparentes, elles laisseraient venir jusqu'à nous les radiations non déformées des couches profondes. Suffisamment opaques dans une épaisseur de température constante, elles nous donneraient la radiation du corps noir de cette température.

Si nous prenons un corps solide, l'expérience enseigne qu'il possède toujours une région de réflexion sélective dans laquelle son émission est très faible.

Quant aux corps que nous considérons comme noirs, nous verrons de combien il s'en faut qu'ils absorbent toute lumière incidente.

C'est après avoir erré pendant longtemps à travers toutes ces complications, que l'on a enfin compris comment le problème pouvait être simplifié : il suffisait de réaliser pratiquement la conception de Poisson et de Kirchhoff, d'une enceinte fermée. Sans doute, cette conception est irréalisable en toute rigueur, mais on peut s'en rapprocher autant que l'on veut, en créant une enceinte de dimensions suffisantes, percée d'une étroite ouverture permettant d'examiner sa radiation, et, par surcroît, recouverte intérieurement d'un enduit se rapprochant autant que possible de la couleur noire.

Dans ses belles recherches sur le degré d'incandescence, M. H. Le Chatelier a plus d'une fois examiné la lumière dans une fissure profonde, et l'a comparée à celle de la surface. M. Christiansen a employé un procédé analogue, alors qu'il cherchait à déterminer le coefficient d'émission d'un corps noir. Schnebeli, peut-être inconsciemment, avait déterminé aussi le rayonnement dans l'enceinte creuse d'un four à réverbère.

Mais c'est dans ces dernières années seulement que des mesures rigoureuses de l'émission ont été faites à l'aide d'une enceinte telle qu'elle vient

d'être définie. Suggérée par M. Willy Wien, mise à l'épreuve par M. Saint-John dans des expériences sur lesquelles nous reviendrons, elle a conduit, à l'Institut physico-technique impérial, M. Lummer, travaillant isolément ou avec la collaboration de M. Kurlbaum ou de M. Pringsheim, à des résultats d'une remarquable netteté.

Des sphères de métal, recouvertes extérieurement d'oxyde de fer, étaient placées dans un fourneau : leur température était mesurée à l'aide de couples thermoélectriques internes, et la radiation était reçue sur une lame bolométrique creuse, formant un corps noir par sa forme même. Ou bien aussi, un cylindre creux de platine, fermé à ses extrémités, était parcouru dans le sens de sa longueur par un courant intense qui l'amenait à une température élevée. Un couple replié le long des parois, et prolongé par une longue spirale, indiquait la température intérieure.

Les résultats obtenus dans ces expériences sont d'une importance capitale, et il convient de les étudier avec quelques détails. Cependant, pour en mieux saisir le lien, il est nécessaire de connaître d'abord les idées théoriques régnantes sur les lois numériques du rayonnement.

On se souvient que Stefan, en faisant la synthèse des expériences sur l'intensité du rayonnement connues un peu avant 1880, était arrivé à la conclusion que l'énergie de l'émission totale variait comme la quatrième puissance de la température absolue. La loi était d'une séduisante simplicité ; mais, précisément pour cette raison, elle ne fut acceptée d'abord qu'avec méfiance, et comme une indication empirique facilitant le travail de la mémoire. Les expériences sur lesquelles s'était appuyé Stefan étaient hétérogènes, et n'embrassaient qu'un intervalle de températures peu étendu. Elles ne s'appliquaient qu'à des corps visiblement noirs, et non point au corps noir théorique ; bref, si l'auteur de la loi eût prétendu donner autre chose qu'une formule mnémonique, il eût encouru les critiques les plus justifiées. Et, cependant, par une fortune singulière, cette loi a survécu à toutes les autres.

Tout d'abord, on se souvint d'une appréciation donnée par Kirchhoff en 1861. Après avoir montré que le corps noir pouvait être conçu indépendamment de l'existence de tout corps réel, il avait ajouté que les lois du rayonnement, pour ce corps fictif, devaient probablement être simples, comme toutes celles dans lesquelles n'interviennent pas les propriétés de la matière. Puis, en 1884, M. Boltzmann, s'appuyant sur la théorie électromagnétique de la lumière, donna ce qu'on considéra longtemps comme un *semblant de preuve* de la réalité de la relation trouvée par Stefan. Enfin le succès de l'expérience augmenta la confiance, et, de plus

en plus, on tend aujourd'hui à considérer comme suffisamment rigoureuses les démonstrations données par M. Boltzmann, puis par M. W. Wien, indépendamment de toute théorie sur la nature de la radiation.

M. Wien a incorporé la loi de la quatrième puissance comme loi intégrale dans une relation qu'il a indiquée, et qui contient à la fois les relations entre la température, la longueur d'onde et la puissance de la radiation.

Cette loi, dont l'expression est :

$$P = C\lambda^{-5} \frac{c}{\Theta^4},$$

a été, dans ces derniers temps, le point de départ d'assez vives discussions, notamment au sujet des résultats qu'elle fournit pour les très grandes longueurs d'onde¹. Il est cependant trois de ses conséquences qui sont généralement admises : ce sont d'abord la loi intégrale de la quatrième puissance, puis la loi dérivée donnant la position du maximum de la puissance rayonnante en fonction de la température de la source. Cette relation, désignée sous le nom de *loi du déplacement*, est contenue dans la formule :

$$\lambda_m \Theta = \text{const.} = A.$$

Enfin, on peut poser une troisième relation entre la température et la valeur du maximum de la puissance. Cette relation s'écrit :

$$P_m \Theta^{-5} = \text{const.} = B.$$

Nous n'insisterons pas sur les nombreuses études préliminaires qui ont conduit M. Lummer et ses collaborateurs à perfectionner peu à peu leurs appareils qui, aujourd'hui, ne laissent plus rien à désirer. Ce travail, long, patient, et où se révèle à chaque pas une grande ingéniosité, en même temps que l'emploi de moyens considérables, est marqué, dans ses diverses étapes, par une série de publications qui s'étendent déjà sur un intervalle de cinq ou six ans ; il est plus intéressant de nous limiter ici aux résultats les plus récents, obtenus avec les derniers appareils, et en prenant des soins méticuleux, tels que de dessécher parfaitement l'air entre la source et le bolomètre, et à le dépouiller de son acide carbonique qui, avec la vapeur d'eau, absorbe de larges bandes dans l'infrarouge.

La première vérification est celle de la loi intégrale qui est donnée de la manière suivante : La puissance totale de la radiation réciproque entre une source à la température Θ_1 et le bolomètre à

la température ordinaire Θ_2 , étant mesurée, on forme le quotient :

$$\frac{P}{\Theta_2^4 - \Theta_1^4} = \sigma.$$

dans lequel Θ_1^4 n'intervient, pour les températures très élevées, que comme un terme correctif presque négligeable. Si ce quotient est sensiblement constant, la loi de Stefan se trouve vérifiée.

Mais on peut aussi la donner sous une autre forme, qui consiste à calculer, par la loi de la quatrième puissance, la température qu'il faudrait attribuer au corps rayonnant, pour que cette loi se trouvât vérifiée. C'est ce dernier calcul qui se trouve effectué dans le tableau I, reproduit d'après les publications de M. Lummer, en éliminant seule-

TABLEAU I. — Vérification de la loi de Stefan, d'après M. Lummer.

TEMPÉRATURE absolue Θ_1	DÉVIATIONS réduites	$\sigma \cdot 10^{10}$	Θ_2 calculé	Θ_2 obs. — calc.
373,01	156	127	374,06	— 1,05
492,5	638	124	492,0	+ 0,5
723	3.320	124,8	724,3	— 1,3
745	3.840	126,6	749,1	— 4,1
810	5.150	121,6	806,5	+ 3,5
868	6.910	123,3	867,1	+ 0,9
4.378	44.700	124,2	4.379	— 1
4.470	57.400	123,1	4.468	+ 2
4.497	60.600	120,9	4.488	+ 9
4.535	67.800	122,3	4.531	+ 4
Moyenne		123,8		

ment trois expériences qu'il considère comme peu sûres.

La première colonne contient les températures absolues, mesurées au moyen d'un couple Le Chatelier étalonné par MM. Holborn et Day ; la seconde, les déviations du galvanomètre, ou plutôt celles qui auraient été observées, si elles n'avaient pas été réduites par des dérivations. La troisième donne les valeurs de Θ_2 d'après la relation :

$$P = \sigma (\Theta_2^4 - 290^4),$$

le récepteur ayant été constamment maintenu à la température de 290° absolu, ou 17° C. La colonne suivante donne les températures recalculées par cette formule, dans laquelle on introduit la valeur moyenne de σ ; enfin, la dernière, les différences entre les températures observées et calculées.

Comme on le voit, les écarts entre les températures observées et calculées sont extrêmement faibles, et sont entièrement contenus dans les limites d'incertitude d'observations excellentes soit de la température, dans des régions d'un accès difficile, soit de la puissance de radiations variant dans le rapport de 1 à 430 ; on peut donc consi-

¹ D'autres lois ont été proposées récemment par Lord Rayleigh, M. Thiesen, M. Planck ; nous y reviendrons tout à l'heure.

dérer la loi de Stefan comme absolument vérifiée, pour le corps noir, depuis la température ordinaire jusqu'au voisinage de 1.300° C.

Les deux autres conséquences de la loi de Wien ne sont pas moins bien vérifiées; mais ici l'étalement de la radiation en un spectre l'affaiblit, en même temps que, pour les températures basses, le maximum se déplace de plus en plus dans l'infrarouge, et s'efface graduellement. On ne peut donc tirer, pour le moment, des conclusions certaines que des expériences faites à partir de températures relativement élevées. Le tableau II contient les résultats trouvés par MM. Lummer et Pringsheim, savoir : les trois premières colonnes les données directes de l'observation, et les deux suivantes la valeur numérique des produits dans lesquels se

TABLEAU II. — Vérification des conséquences de la formule de Wien, d'après MM. Lummer et Pringsheim.

TEMPÉ- TURE absolue Θ	λ_m	P_m	$\lambda_m\Theta$	$P_m\Theta^{-5}$	$\sqrt[5]{\frac{P_m}{P_{moy}}}$	DIFFÉ- RENCE
621°2	4,53	2,026	2 814	2.190 10 ⁻¹⁷	621°3	+0°1
723,0	4,08	4,28	2.950	2.166 10 ⁻¹⁷	721,5	-1,5
908,5	3,28	13,66	2.980	2.208 10 ⁻¹⁷	910,1	+1,6
998,5	2,96	21,50	2.956	2.166 10 ⁻¹⁷	996,5	-2,0
1.094,5	2,71	34,0	2.966	2.164 10 ⁻¹⁷	1.092,3	-2,2
1.259,0	2,35	68,8	2.959	2 176 10 ⁻¹⁷	1.257,5	-1,5
1.460,4	2,04	145,0	2.979	2.181 10 ⁻¹⁷	1.460,0	-0,4
1.646,0	2,78	270,6	2.928	2.246 10 ⁻¹⁷	1.653,5	+7,5
Moyenne			2.940	2.188 10 ⁻¹⁷		

résument les deux dernières lois. Dans la sixième, on a porté, comme au tableau I, la vérification sous la forme de températures calculées; enfin la dernière donne les écarts.

Dans ce cas aussi, les conséquences de la loi de Wien présentent un admirable accord avec les expériences, faites avec une remarquable hardiesse et une habileté consommée. Il semblait donc, il y a peu de temps encore, que cette loi fût bien celle des radiations. Cependant, une de ses conséquences semblait improbable; c'est celle d'après laquelle, pour une température infinie, la puissance de la radiation reste finie pour chaque longueur d'onde.

Une formule empirique modifiée fut donnée d'abord par M. Thiesen, afin de représenter mieux certaines expériences de MM. Lummer et Pringsheim non indiquées ci-dessus. Puis, Lord Rayleigh en proposa une seconde, MM. Lummer et Jahnke une troisième, enfin M. Planck donna la relation :

$$P = C \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{c}{\lambda\Theta}} - 1}$$

fondée sur la théorie électromagnétique de la lumière.

Au moment où M. Planck publia cette formule, MM. Rubens et Kurlbaum venaient de terminer une série de fort belles expériences faites en vue de déterminer la puissance des rayons restants réfléchis par le spath fluor ou le sel gemme, après avoir été émis par le corps noir à des températures variables. C'est évidemment pour les grandes longueurs d'onde que l'on obtiendra un critérium sensible de ces lois, puisqu'elles ne diffèrent sensiblement entre elles que pour des valeurs considérables du produit $\lambda\Theta$.

Or, le spath fluor donne des rayons par réflexion dont les longueurs d'onde sont respectivement de 42^μ,0 et 31^μ,6, le sel gemme, des radiations de 51^μ,2. Les températures auxquelles fut soumis le corps noir allèrent de - 188 à + 1.500°, et, dans ce large espace des produits, la formule de Planck donna une concordance remarquable avec l'expérience. Comme elle contient la loi de Stefan, la loi du déplacement et la relation $P_m\Theta^{-5} = \text{const.}$, elle est aussi vérifiée par les expériences antérieures de MM. Lummer et Pringsheim.

Dans l'état actuel de la question, cette formule de M. Planck est donc la plus satisfaisante; sa forme est encore suffisamment simple pour qu'elle soit très maniable.

Puissance absolue de la radiation. — Nous n'avons envisagé jusqu'ici que les valeurs relatives de la puissance rayonnante, sans nous occuper des nombres qui la représentent en valeur absolue.

La valeur du coefficient d'émission a été déterminée par divers observateurs, mais tous les résultats trouvés jusqu'à ces derniers temps étaient erronés par défaut. Celui auquel on peut accorder le plus de confiance se déduit des mesures de M. Kurlbaum; c'est le plus élevé de tous ceux qui ont été indiqués, et le sens des erreurs possibles des mesures conduit à penser qu'il est aussi approché par défaut. Sa valeur est de 5,32.10⁻¹² watt. Suivant les unités adoptées, on trouvera la radiation totale d'un corps noir en multipliant ce coefficient par la surface du corps en centimètres carrés, et par la quatrième puissance de sa température absolue. La puissance de la radiation passant d'un corps noir à la température absolue Θ_2 sur un autre corps noir à la température absolue Θ_1 , est égale à

$$P = 5,32S \cdot \Theta_2^4 - \Theta_1^4 \cdot 10^{-12} \text{ vatts,}$$

S désignant la surface d'émission du premier corps noir, le second étant supposé absorber toute l'énergie émanée de cette surface ⁴. Le coefficient

⁴ La valeur du coefficient numérique de cette expression est d'une grandeur peu commode pour le calcul, comme aussi le calcul des puissances quatrièmes des températures

numérique de cette formule, qui est celui d'une loi naturelle, peut être logiquement défini comme *pouvoir émissif du corps noir*. Une définition analogue pourra s'appliquer à d'autres corps; mais, comme nous le verrons, le problème perdra de sa simplicité.

Éclat visible du corps noir. — MM. Lummer et Kurlbaum ont déterminé récemment le rapport entre les variations de la température et celles de l'éclat visible du corps noir. Leur méthode consistait à équilibrer la radiation émanée de leur enceinte par celle d'une source constante; puis, élevant d'une petite quantité la température du corps noir, ils affaiblissaient son rayonnement au moyen d'un secteur tournant, jusqu'à ce que l'égalité fût rétablie. Leurs résultats ont été consignés dans un tableau qui donne, pour des températures absolues comprises entre 900° et 1.900°, la variation relative de l'éclat en fonction de la variation relative de la température absolue. A la plus basse de ces températures, l'éclat varie trente fois plus rapidement que la température; à la limite supérieure, quatorze fois.

Partant de l'ensemble des résultats de MM. Lummer et Kurlbaum, j'ai réussi à représenter la série des rapports des radiations par un arc d'hyperbole qui donne, par extrapolation, d'une part la température minima de la première émission lumineuse, et d'autre part le rapport correspondant à une température infinie, rapport qui est marqué par la deuxième asymptote de l'hyperbole, dont l'ordonnée est égale à 10. On en conclut qu'aux températures extrêmement élevées, une élévation de la température de 1 ‰ de sa valeur augmenterait l'éclat visible de 1 ‰.

Possédant l'équation de cette hyperbole, il est facile de donner, pour l'intervalle exploré par MM. Lummer et Kurlbaum, une expression analytique de l'éclat du corps noir en fonction de la température. Cette expression est

$$E = A\theta^3 \Theta - 650,7$$

d'où l'on déduit immédiatement, pour l'expression du rendement lumineux :

$$R = B\theta^{-1}(\Theta - 650,7).$$

III. — LE RAYONNEMENT DES SOLIDES.

Par un hasard fréquent en science, l'étude du rayonnement s'était attaquée d'abord aux cas les plus complexes et les plus inextricables, et n'avait

pu conduire qu'à des ébauches de lois, et à des formules empiriques qui rassemblaient quelques cas particuliers. Généralisant trop tôt les conséquences d'observations encore peu nombreuses, on avait émis l'opinion, longtemps en faveur, que la plupart des corps solides ne sont que des corps noirs en réduction, autrement dit, des corps gris, et on avait pensé que, par un simple changement d'échelle, on parviendrait à représenter les détails du rayonnement du corps noir. On attribuait ainsi, en bloc, à telle surface, un pouvoir émissif donné par une fraction déterminée de l'unité, admettant comme certain que la puissance de son rayonnement, pour chaque longueur d'onde, était, à celle du corps noir à la même température, dans le rapport indiqué par ce coefficient. Comme les lois trouvées étaient complexes, on attribuait aussi une forme compliquée à celles qui régissent le rayonnement du corps noir, et, lorsque, par hasard, on pensait à un corps transparent, on se contentait d'invoquer l'exception.

Mais le progrès des recherches multiplia les exceptions; bien plus, il conduisit à admettre que tous les corps réels rentraient dans cette catégorie, et qu'en réalité un examen minutieux des propriétés de chaque corps, à chaque température et pour chaque longueur d'onde, pourrait seul nous renseigner complètement sur son émission.

Considérons, par exemple, une lame peu épaisse de quartz; elle est absolument transparente dans le spectre visible, et sa transparence s'étend très loin dans l'ultra-violet ou l'infra-rouge; puis, en divers endroits de l'infra-rouge, elle réfléchit une fraction très importante de la radiation incidente, et absorbe le reste, n'en laissant pas passer la moindre trace; la différence entre l'unité et son pouvoir réfléchissant est égale à son pouvoir émissif dans ces régions.

Le quartz possède ainsi une émission limitée à quelques portions étroites de l'infra-rouge et probablement de l'ultra-violet, et, tant qu'il n'éprouve pas de transformation, n'émet aucune radiation appréciable en dehors de ces bandes isolées.

Mais les corps peuvent se modifier considérablement avec la température, et ces modifications ont, pendant longtemps, caché la vraie signification de la loi de Kirchhoff concernant le rapport des pouvoirs émissif et absorbant.

Eh quoi, se disait-on, le quartz est un corps transparent à la lumière, et, cependant, amené à une température élevée, il brille d'un éclat très vif; que devient alors cette belle et simple relation de Kirchhoff? La loi de Kirchhoff n'en est pas moins exacte et générale; mais, dans notre cas particulier, si l'on avait tenté de faire tomber, sur du quartz incandescent, un rayon de soleil, on aurait vu qu'il

absolues fait intervenir des nombres peu maniables. On rentrerait dans les grandeurs ordinaires en exprimant, comme je l'ai proposé au Congrès de Physique, les températures en milliers de degrés. Le pouvoir émissif du corps noir serait alors égal à 5,32.

était absorbé, et que le quartz lumineux n'est plus, au point de vue de l'émission, le même corps que le quartz transparent. Cette transformation se produit à une température fort élevée, qui coïncide probablement avec le commencement de l'état pâteux. Une baguette de quartz, préalablement fondu afin de supporter la chaleur de la flamme, reste, en effet, complètement sombre dans un brûleur Bunsen, et ne devient lumineuse que dans le chalumeau oxydrique ¹.

Le verre possède des propriétés analogues, bien que moins accentuées. Si l'on chauffe au chalumeau un tube de verre contenant un fil de métal, on voit ce dernier devenir sensiblement lumineux avant que le verre lui-même émette la moindre trace de lumière.

Voici, à ce propos, une expérience que j'ai réalisée récemment, et qui me paraît intéressante : Ayant placé un morceau de verre à l'intérieur d'un tube de fer chauffé assez uniformément à une température un peu supérieure à 1.000°, je commençai par voir les parois du tube au travers du verre sans affaiblissement appréciable de leur éclat. Puis, au bout d'un moment, le verre se détacha en formant une tache sombre sur son entourage; enfin, la tache s'éclaircit peu à peu, et finit par se distinguer à peine des plages environnantes.

L'explication du phénomène est simple : Au début, le verre froid était transparent. Puis, arrivé à une certaine température, il devint opaque, mais étant encore beaucoup moins chaud que les parois du tube, il se comporta comme l'aurait fait tout autre corps opaque à une température inférieure à celle de l'enceinte.

Il existe probablement des corps ne possédant aucune transparence appréciable en aucune région du spectre, et, pour ces corps, on devra s'attendre à ce que les lois du rayonnement se présentent sous une forme un peu moins complexe que pour les corps partiellement transparents. Ces corps fournissent un spectre parfaitement continu, et qui, tout en s'écartant sensiblement de celui du corps noir, peut avoir une allure qui le rappelle d'assez près.

Parmi les plus étudiés, je citerai le platine, qui doit cette préférence au fait que sa surface reste apparemment inaltérée jusqu'aux températures les plus élevées auxquelles on puisse le soumettre. Ou bien aussi, voulant se rapprocher du corps noir avant que l'on eût pensé à le réaliser parfaitement, on opéra avec des surfaces recouvertes d'oxyde de fer, d'oxyde de cuivre ou de noir de fumée.

Cependant, l'emploi de ces surfaces présente quelques difficultés. Les oxydes ou le noir de fumée sont des corps grenus, qui, aux grandes longueurs d'onde, laissent apercevoir la surface métallique sous-jacente; ils doivent donc donner une émission moindre de rayons peu réfrangibles que le corps noir à la même température. De plus, ces substances sont mauvaises conductrices, et leur surface externe est forcément plus froide que la bande de métal sur laquelle ils sont portés, et que l'on amène, généralement par un courant électrique, à la température de l'observation. Il est évidemment très difficile de mesurer directement la température de l'oxyde, et on en est réduit à adopter celle de la bande, tout en la considérant comme fournissant une limite supérieure du nombre cherché.

Pendant longtemps, les résultats classiques obtenus par M. Langley sur l'émission des corps à diverses températures ne furent que peu dépassés, et il faut attendre une quinzaine d'années pour trouver, dans le vaste ensemble des recherches exécutées par M. Paschen, une abondante moisson de faits nouveaux et bien coordonnés. Ses mesures se sont étendues au platine poli, à l'oxyde de cuivre, au noir de fumée, et à diverses sortes de charbon, nus ou enfermés dans une enveloppe de verre, et ont été discutées en partant d'une formule analogue à celle de Wien, mais contenant des coefficients indéterminés. M. Paschen pose, en effet, pour les corps sur lesquels ont porté ses recherches :

$$P = c_1 \lambda^{-\alpha} e^{-\frac{c_2}{\lambda \Theta}}$$

c_1 , c_2 et α étant des constantes inconnues.

Cette formule admet la loi du déplacement : $\lambda_m \Theta = A$ comme une de ses conséquences. L'exposant α sera celui de la température dans la fonction exprimant l'ordonnée maxima de la courbe de l'énergie ($P_m = B \Theta^\alpha$), et cet exposant, diminué de l'unité, donnera l'exposant de la température dans la fonction exprimant la puissance totale de la radiation, donc :

$$\int_0^\infty P_{\lambda} d\lambda = C \Theta^{\alpha-1}$$

Pour conduire à la loi de Stefan, α devra donc nécessairement être égal à 5.

M. Paschen donne, pour le platine, des mesures à un grand nombre de températures, comprises entre 594° et 1.711° absolus. Entre ces limites, la position du maximum recule de 3^u,716 à 1^u,493, et le produit, qui devrait être constant, passe de 2.207 à 2.555. Si donc le produit, par sa faible variation, montre un écart des lois adoptées, au moins peut-on dire que cet écart est très peu marqué. Dans la suite, M. Paschen adopte la valeur moyenne 2.336 pour le platine. Pour les autres

¹ M. A. Cotton a attiré récemment mon attention sur la puissance démonstrative de cette expérience.

corps examinés, le produit $\lambda_m \Theta$ s'est montré très constant: ses valeurs numériques seront données plus loin.

Considérant la fonction $\lambda_m P_m = AB\Theta^{\alpha-1}$ comme très caractéristique des propriétés des corps, M. Paschen en établit la valeur aux diverses températures, conformément au tableau III.

Si l'on compare le rayonnement du platine à

moment, de noter que l'exposant α déduit du maximum diffère considérablement, pour le platine, de la valeur théorique 3 trouvée pour le corps noir, et se rapproche de cette valeur pour les corps réels dont les propriétés optiques sont voisines de celles du corps noir. La valeur de α , déduite de l'ensemble des courbes d'énergie, ne présente pas les mêmes écarts.

TABLEAU III. — Valeurs de $\lambda_m P_m$, d'après M. Paschen¹.

TEMPÉRATURE		PLATINE	OXYDE DE FER	NOIR DE FUMÉE	OXYDE DE CUIVRE	CHARBON NU	CHARBON dans du verre
vulgaire	absolue						
15	288	0,0133	0,333	0,367	0,379	0,371	0,513
100	373	"	1,41	1,48	1,23	"	"
200	473	"	3,37	3,47	3,62	3,41	"
300	573	0,603	8,31	8,29	8,71	8,06	10,2
400	673	1,47	17,67	17,2	18,1	16,6	20,5
500	773	3,19	31,0	32,7	31,1	"	37,3
700	973	11,4	101,0	90,9	97,5	"	102,0
900	1.173	32,2	241,0	"	228,0	"	228,0
1.100	1.373	77,6	526,0	"	467,0	"	450,0
1.300	1.573	166,0	"	"	"	"	"

celui des corps les plus noirs observés par M. Paschen, on voit qu'aux températures ordinaires, l'énergie du rayonnement est dans un rapport compris entre 1/30 et 1/40, tandis qu'aux températures élevées, ce rapport arrive à 1/6 ou 1/7. L'exposant de la puissance de Θ donnant le rayonnement du platine est donc plus élevé que pour des corps relativement noirs. On pourrait déjà en conclure que le maximum de l'émission du platine se produit pour des longueurs d'ondes plus courtes que celles auxquelles on observe le maximum des corps noirs,

Ces faits ressortent plus nettement encore des recherches exécutées ultérieurement par MM. Lummer et Kurlbaum et Lummer et Pringsheim².

Ainsi, la valeur de l'expression :

$$\frac{P}{\Theta_2^3 - \Theta_1^3},$$

constante pour le corps noir à la température Θ_2 , rayonnant vers un récepteur à la température Θ_1 , a été trouvée, dans une série spéciale d'expériences, conforme au tableau V.

TABLEAU IV. — Constantes A, α , B, c_1 , c_2 , d'après M. Paschen.

CONSTANTES	PLATINE	OXYDE DE FER	NOIR DE FUMÉE	OXYDE de cuivre	CHARBON NU	CHARBON dans du verre	
$A = \lambda_m \Theta$	2.336,0	2.609,0	2.623,0	2.562,0	2.505,0	2.645,0	
α d'après les courbes complètes.	5,336	5,560	5,627	5,618	5,576	5,026	
Déduits de $P_m = B\Theta^\alpha$	6,423	5,688	5,528	5,560	5,472	5,338	
Déduits de la formule générale. {	$40^\circ B$	0,230	352,0	786,0	692,0	1.132,0	2.933,0
	$10^\circ C_1$	615,0	1.946,0	1.566,0	1.611,0	1.687,0	"
	$10^\circ C_2$	15,0	14,63	14,50	14,24	13,83	13,71

à une même température. L'expérience directe vérifie cette conclusion, le maximum étant à 7 μ pour le platine à 15°C, tandis qu'à la même température, il se trouva au voisinage de 9 μ pour les divers corps à forte émission étudiés par M. Paschen.

Les constantes définitives déduites de l'ensemble des recherches de M. Paschen sont rassemblées dans le tableau IV.

Je reviendrai sur ces résultats; il suffira, pour le

On voit que l'oxyde de fer est loin de rayonner autant que le corps noir aux températures basses. Aux températures élevées, son émission s'approche des deux tiers de celle du corps noir. Aux températures les plus élevées atteintes dans ces expériences, le rayonnement total du platine est resté en dessous de 18% de celui du corps noir,

¹ Wied. Ann., I. LX, p. 706, 1897.

² Verh. der Phys. Ges. zu Berlin, 6 mai 1898; id. der Deutschen Phys. Ges. 3 février et 3 novembre 1899.

et aux températures basses, il est tombé à 4 %. En d'autres termes, pour les radiations dont il s'agit ici, le pouvoir réfléchissant du platine est voisin de 96 %, et descend à 82 % pour les radiations moyennes correspondant à la température de 1.761° abs. ou 1.500° C. environ.

Dans des mesures ultérieures, MM. Lummer et

TABLEAU V. — Puissance totale du rayonnement du corps noir, de l'oxyde de fer et du platine poli.

Θ_2 abs. ($\Theta_1 = 2,90^\circ$)	CORPS NOIR	OXYDE DE FER	PLATINE POLI
372°,8	99,7	"	8,92
492	99,8	"	6,00
634	99,2	30,28	7,45
795	100,5	33,49	11,14
1.108	99,8	42,91	15,27
1.481	101,2	59,75	17,97
1.761	"	"	"

Pringsheim étudièrent toute la répartition de l'énergie dans le spectre du platine poli entre 802° et 1.845° abs. Le radiateur était constitué par une caisse rectangulaire de platine laminé, à l'intérieur de laquelle se trouvait l'élément thermo-électrique Le Chatelier, et que l'on chauffait par un courant intense.

Le tableau VI résume ces mesures.

Ce tableau contient les valeurs de la température absolue observée, de la longueur d'onde correspondant au maximum, et de la puissance

TABLEAU VI. — Valeurs des constantes caractéristiques de la radiation du platine poli, d'après MM. Lummer et Pringsheim.

TEMPÉ- RATURE absolue	λ_m	P_m	$A = \lambda_m \Theta$	$B = P_m \cdot \Theta^{-6}$	$\Theta = \sqrt[5]{\frac{P_m B}{1,12}}$	DIFFÉ- RENCE
802°	3,20	0,94	(2,566)	3,544 10 ⁻²¹	804°6	+ 2°6
1.152	2,25	8,40	2,592	3,595 10 ⁻²¹	1.158	+ 6,0
1.278	2,02	15,79	2,582	3,624 10 ⁻²¹	1.287	+ 9,0
1.388	1,90	24,41	2,637	3,414 10 ⁻²¹	1.387	- 1,0
1.489	1,80	36,36	2,680	3,336 10 ⁻²¹	1.479	- 10,0
1.689	1,59	75,96	2,685	3,348 10 ⁻²¹	1.672	- 17,0
1.845	1,40	137,0	2,581	3,473 10 ⁻²¹	1.844, 7	- 0,3

maxima, puis de leur produit, qui est constant comme pour le corps noir. Les autres colonnes montrent que la loi $P_m = \text{const.} \cdot \Theta^6$ est sensiblement vérifiée; d'une part, en effet, la quantité B est à peu près la même à toutes les températures, et, d'autre part, si l'on adopte la valeur moyenne de B, on peut recalculer Θ par la sixième racine du quotient $\frac{P_m}{B}$.

Il semblerait donc à première vue que la formule :

$$P = c_1 \lambda^{-6} e^{-\frac{c_2}{\lambda \Theta}}$$

dût représenter convenablement la puissance de la radiation du platine en fonction de la longueur d'onde et de la température. Mais, si l'on s'éloigne des conditions données par le voisinage du maximum, on voit que la formule fournit des valeurs plus basses que les quantités mesurées, ainsi que le montre la figure 1, où les courbes pleines passent par des points observés, tandis que les courbes pointillées sont calculées par la formule.

M. Paschen avait déjà trouvé, ainsi que nous l'avons fait observer, que, si l'on détermine l'exposant de λ en prenant l'ensemble d'une courbe fournie par le platine, cet exposant est d'une unité environ plus petit que lorsqu'on le déduit des maxima. De même MM. Lummer et Pringsheim trouvent qu'en remplaçant le facteur λ^{-6} par le facteur λ^{-5} dans la formule générale, et en attribuant au platine à la fois un facteur $\lambda_m \Theta$ égal à celui qui a été fourni pour le corps noir (2.940 au lieu de 2.630), et une température fictive déduite de la relation $\Theta = \frac{2.940}{\lambda_m}$, on arrive,

avec un changement d'échelle, à appliquer parfaitement une isotherme du platine sur une isotherme du corps noir.

En d'autres termes,

la radiation d'une surface déterminée de platine à la température Θ est identique

à celle d'un corps noir, dont la température est

$$\frac{2.940}{2.630} \Theta = 1,12 \Theta, \text{ mais dont la superficie est sensiblement moindre, le facteur de réduction de la surface variant avec la température.}$$

Les résultats qui précèdent ont été établis en partant d'une formule qui, comme nous l'avons vu, est loin d'être exacte pour les très grandes longueurs d'onde, mais qui est suffisante pour la région peu étendue qui nous intéresse actuelle-

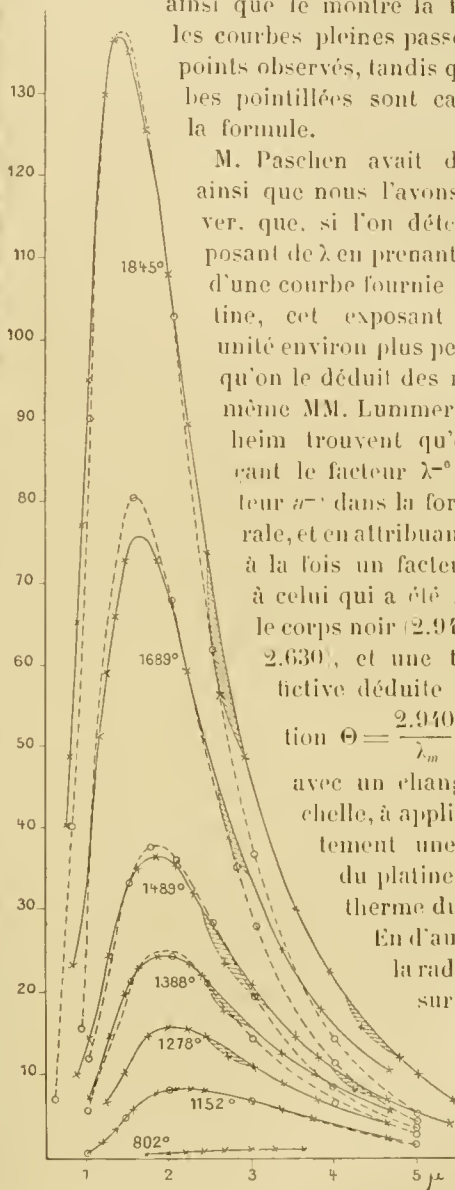


Fig. 1. — Courbes de radiation du platine poli.

ment. Si l'on considère le corps noir et le platine comme formant deux extrêmes dans la classe des radiateurs employés dans l'éclairage, on pourra calculer deux limites des températures qui se déduisent, pour d'autres radiateurs, de la position du maximum.

Ces températures extrêmes seront entre elles

TABLEAU VII. — Températures déduites de $\lambda_m \Theta = \text{const.}$ d'après MM. Lummer et Pringsheim.

DÉSIGNATION	λ_m	Θ max.	Θ minim.
	μ	abs.	abs.
Arc électrique (charbon positif).	0,7	4.200°	3.750°
Lampe Nernst	1,2	2.450	2.200
— Auer	1,2	2.450	2.200
— à incandescence.	1,4	2.100	1.875
Bougie	1,5	1.960	1.750
Brûleur Argand.	1,55	1.900	1.700

dans le rapport 1,12, et les radiateurs auront une température voisine de la plus haute valeur si leurs propriétés se rapprochent de celles du corps noir, ou de la plus basse si leur surface ressemble à celle du platine poli. Il est probable que les corps indiqués au tableau VII possèdent des propriétés intermédiaires entre ces deux extrêmes.

Si, dans la formule établie précédemment pour le rendement du corps noir, nous remplaçons Θ par

1, 12 Θ , ce qu'on pourra faire, au moins à titre d'indication, à une distance suffisante de 650° abs, on trouve que le rendement lumineux de la radiation du platine à la température de 4850° abs, par exemple, est = 2,373 fois plus grand que celui du corps noir. A 2050°, c'est-à-dire tout près du point de fusion du platine, le facteur de réduction est 2,888. Une lampe à incandescence à filament métallique aurait donc un rendement beaucoup meilleur que celui des lampes à filament de charbon si seulement on pouvait les porter à des températures aussi élevées.

Les fabricants de lampes à incandescence sont arrivés, par une étude souvent répétée de la valeur relative de divers filaments, à une conclusion analogue, puisque après avoir employé des fils très noirs ils en sont arrivés, pour augmenter les rendements, à rendre la surface du filament très réfléchissante, rapprochant ainsi les propriétés du charbon de celles des métaux dans la mesure du possible.

Dans un deuxième article, nous étudierons quelques applications des principes qui précèdent.

Ch.-Ed. Guillaume,

Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

LA PHILOSOPHIE DES SCIENCES

D'APRÈS M. C. DE FREYCINET¹

La Philosophie des Sciences. Pourquoi ce titre n'est-il pas un pléonasmе? La Philosophie n'est donc pas la Science elle-même? Il existe donc une Philosophie en dehors de la Science?

Toutes les données de nos connaissances sont expérimentales; d'abord grossières et telles qu'elles sont fournies à la communauté des hommes par l'exercice ordinaire et presque machinal des sens, elles se trouvent chaque jour affinées et précisées par l'effort progressif du genre humain. C'est cet effort progressif qui est la Science.

La Philosophie, qui a la noble prétention de coordonner tous les éléments du savoir humain, d'y discerner, sous le nom de principes, les faits les plus fréquents, devrait, semble-t-il, s'inspirer sans cesse du résultat de la recherche scientifique, pour dégager du produit brut du laboratoire quelque

anneau de la chaîne universelle dont nous possédons seulement des tronçons.

La philosophie qui échappe à cette règle, qui se place en dehors des faits positifs et prétend dominer *a priori* des mondes qu'elle ignore, ne devient plus qu'un système ou qu'un amas de débris de systèmes. Car le sort des systèmes est de se combattre et de se détruire les uns les autres, pour disparaître et renaître sous d'autres formes, attendu qu'un des signes de l'impuissance de l'esprit humain abandonné à lui-même, c'est l'impossibilité où il est de varier la multiplicité des combinaisons qu'il forme, à l'inverse de la Nature qui, par la diversité de ses productions, semble réaliser l'infini dans le contingent.

On soutiendra, certes, que l'on ne peut faire de science sans esprit de système; que le fait même d'admettre la possibilité de l'œuvre scientifique est déjà un système philosophique. Et cela est vrai. Aussi vrai que l'on ne peut s'exprimer qu'en vers ou bien en prose. Un esprit critique et attentif

¹ C. DE FREYCINET : Essai sur la Philosophie des Sciences, 1 vol. in-8. Gauthier-Villars.

peut, en effet, voir des systèmes partout. Mais à quoi bon pousser jusqu'à l'exagération l'importance de cette remarque? Le système n'est que l'ordre que nous mettons dans nos connaissances; au-dessus de lui, il y a les connaissances elles-mêmes; sans cela la Philosophie ressemblerait à ces mauvais tableaux où le cadre l'emporte sur la toile elle-même. La Scholastique n'a donc pas encore assez dit la stérilité et l'impuissance de la logique pure? La science moderne n'a plus que faire de ces dissertations ingénieuses, brillantes, où la logique miroite sur le vide, comme s'irrisent les bulles de savon.

Depuis trois siècles que lui a été révélée la méthode expérimentale, la Science y a trouvé de telles forces et de tels moyens de s'accroître, qu'il semble qu'elle n'ait commencé à vivre que depuis cette époque. C'est pourquoi elle s'est détachée de ces problèmes transcendants, inaccessibles à l'expérience, qui sont du domaine de l'inconnaissable. On peut presque dire qu'elle l'a fait à regret, car, en battant en retraite, partout où elle a pu, elle a jeté garnison. C'est ainsi qu'en abandonnant la Psychologie transcendante, elle a créé la Psychologie expérimentale; qu'en abandonnant aux casuistes la vieille théorie de la morale, elle a créé la Sociologie et s'efforce de fonder sur des bases certaines les principes de la responsabilité et de la liberté. Mais s'il y a aujourd'hui une Psychologie et même une Morale fondées sur l'expérience et la statistique, il n'y aura jamais de Métaphysique expérimentale. Ou plutôt, s'il y en avait une, ce ne pourrait être que la philosophie des sciences et ce serait vraiment la Philosophie.

Mais on sent bien qu'une telle philosophie n'aurait rien de dogmatique. Elle serait comme le grand registre où seraient inscrits les faits fondamentaux, indéniables, essentiels, les notions primordiales, avec les qualités et les attributs que le sens commun et la critique scientifique (qui n'est qu'un sens commun affiné) leur reconnaissent. Ce registre ne porterait sans doute aucune mention de bien des questions qui ont passionné les siècles passés. On n'y écrirait qu'avec réserve, avec le souci de ne point dire plus que l'on n'a vu, de ne parler qu'avec discrétion des habitants de Mars et de Vénus. Ce n'est point notre faute si nos ancêtres ont eu la folie des grands rêves philosophiques; mais notre tort serait de les imiter. Une des grandes sources de leurs erreurs fut le raisonnement par analogie. Ils disaient : ma canne a deux bouts, l'ordre du temps doit aussi avoir deux bouts; de là les questions inaccessibles et absurdes en soi de l'origine et de la fin du monde.

C'est un bienfait de la Science de nous avoir appris à nous méfier de nous-mêmes et des étour-

deries de notre raison. On sait que, dans la vieille cosmogonie, les philosophes plaçaient la Terre au centre de l'Univers et autour d'elle faisaient tourner le Monde. Comme eux, la philosophie subjective fait de la raison humaine le centre de l'ontologie. Galilée a appris aux astronomes à sortir des horizons terrestres pour se transporter au centre du Soleil. Ainsi fait la science, qui nous enseigne à sortir de nous-mêmes, à échapper autant que possible au joug de notre propre nature, pour nous placer en acteurs autant qu'en spectateurs au milieu de cet Univers dont nous ne sommes pas le centre, mais seulement un point.

Notre raison n'est plus qu'une lunette braquée sur le monde. La logique en est le réticule.

†

Il semble que jusqu'ici je n'aie rien dit du livre de M. de Freycinet qui est l'objet même du présent article¹; en réalité je ne pensais qu'à cet ouvrage en traçant ces lignes. C'est un livre de philosophie sage et d'allures réservées que l'auteur a voulu écrire. Il dit modestement que ce n'est qu'un essai : nous n'y contredirons pas. Une telle œuvre, en effet, est nécessairement incomplète, puisqu'elle est destinée à s'accroître chaque jour des remarques nouvelles suggérées par une connaissance plus approfondie de la Nature. Il y a aussi un motif qui donne au livre un caractère particulier. M. de Freycinet porte en lui, comme l'on sait, l'âme d'un mathématicien. Son optique s'en ressent : c'est le côté mathématique et mécanique de la Philosophie naturelle qu'il s'est plu à contempler et à nous décrire. Le côté biologique, par exemple, est laissé par lui de côté. Ceux qui liront les remarques si judicieuses dont la succession constitue le livre de M. C. de Freycinet ne pourront que regretter qu'il n'ait pas cherché à nous faire connaître le résultat de ses observations sur ce côté de nos connaissances.

L'ouvrage comprend deux parties qui traitent : l'une de l'Analyse, l'autre de la Mécanique.

L'espace, le temps, l'infini, la continuité, la divisibilité à l'infini, les infiniment petits, les limites, la méthode infinitésimale, le calcul infinitésimal et les rapports de ce calcul avec la matière, tels sont les titres des chapitres de la première partie.

A propos des notions de *temps* et d'*espace*, notons ce passage où l'auteur veut marquer le rôle qu'elles jouent dans les sciences exactes et même en Algèbre et en Arithmétique : « On peut se demander ce que seraient devenues ces deux belles

¹ *Loc. cit.*

sciences si les notions d'espace et de temps leur avaient manqué, et si nous eussions été réduits aux données de la seule logique. » Une telle déclaration, comme l'on sait, n'est pas de nos jours une banalité.

L'auteur déclare qu'il n'essaiera pas de définir l'espace et le temps. Il rappelle le conseil de Pascal qui, parlant du temps, a dit : « Qui pourra le définir ? Et pourquoi l'entreprendre, puisque tous les hommes conçoivent ce qu'on veut dire en parlant du temps, sans qu'on le désigne davantage. »

Encore moins s'occupera-t-il de la question de savoir si les notions d'espace et de temps sont objectives ou subjectives, comme disent les philosophes : « car, dit-il, le débat n'est pas près de se clore et je doute qu'il se termine jamais. Car, en ces matières, chacun se règle d'après son inclination personnelle et sur un ensemble d'impressions, souvent difficile à analyser, beaucoup plutôt que sur une démonstration formelle, ne laissant prise à aucune objection. »

« D'ailleurs poursuit-il très justement, cette question, fort intéressante pour la pure métaphysique, est étrangère au sujet dont je m'occupe. La formation et le développement des sciences ne se ressentent pas de la solution donnée à ce détail préliminaire...

... « Nul géomètre, en posant l'équation d'un mouvement, ne se demandera si les espaces parcourus et les durées écoulées ont une valeur objective ou subjective. Nul physicien ne sera pris d'un scrupule analogue, en formulant la loi du refroidissement dans le vide ou celle de la transmission de la lumière. A l'un et à l'autre il suffit que les calculs soient toujours vérifiés par l'expérience et que l'introduction de pareils éléments n'amène jamais d'obscurité dans le langage, ni de confusion dans les idées... »

La Science n'a à pourvoir qu'à des besoins contingents du même ordre que les faits expérimentaux qui lui ont fourni ses lois et ses principes. Et, à vrai dire, puisque l'homme ne tire sa connaissance que de ces faits expérimentaux, on ne voit pas qu'il puisse, par ses seules connaissances, et qu'il puisse, par conséquent jamais, trouver une solution rigoureuse et démontrée des problèmes transcendants qui constituent le domaine de la pure métaphysique.

Cette manière de penser eût dû, me semble-t-il, conduire M. de Freycinet à une autre théorie de l'*infini* que celle qu'il propose.

L'idée de répétition est une notion commune; l'idée d'une répétition très prolongée et même perpétuelle, c'est-à-dire qu'il ne sera jamais temps de finir, en résulte assez clairement; c'est là la notion exacte de l'indéfini.

M. de Freycinet indique lui-même que c'est sous cette seule forme logique que l'idée d'infini apparaît aux mathématiciens, et qu'elle s'introduit (avec les Mathématiques toujours) dans les sciences. Or, l'origine de cette notion, c'est ce fait intime de la conception d'une répétition qui ne finit jamais : ce fait purement subjectif est la seule base positive de l'idée d'infini. On ne peut pas citer de phénomène physique où ce fait se trouverait réalisé objectivement.

L'indéfini n'est qu'une manière de nous représenter les choses. Notre esprit peut bien concevoir, par exemple, une division perpétuelle ou indéfinie de la matière; on ne peut trouver d'expérience qui réalise ce caprice de notre esprit. Nous pouvons bien concevoir le prolongement indéfini d'une droite dans l'espace; rien ne nous autorise à dire que l'Univers physique réalise cette conception. Et quand je dis cela, je le dis au nom même des principes de Philosophie positive que j'énonçais au début, ces principes qui veulent que l'on se limite aux faits constatés et bien acquis, sans se hasarder aux conjectures. Nous avons reconnu que la notion d'indéfini résulte d'une opération intime de la raison, et qu'elle est par essence subjective. En transportant cette notion hors de nous, en lui cherchant et lui imposant une objectivité, nous émettrions une hypothèse arbitraire : on peut ajouter une hypothèse inutile, car elle est inaccessible à l'analyse scientifique, et tombe dans ces conceptions transcendantales dont nous parlions plus haut et au sujet desquelles on peut émettre tous les systèmes imaginables, sans attendre jamais d'aucun fait ni confirmation ni infirmation.

Voilà pourquoi il me paraît inutile de vouloir subordonner cette notion de l'indéfini à une notion mystérieuse que nous aurions d'un infini dont, d'après ce qui vient d'être dit, nous ne pouvons trouver de définition dans la Nature, et pas davantage au dedans de nous.

Mais, que nous ayons ou non l'idée innée de l'infini, préalablement à l'opération de raison qui nous amène à concevoir l'indéfini, cela, encore une fois, est sans importance pour le côté positif du développement des sciences. Je voudrais pouvoir m'arrêter sur les pages où M. de Freycinet nous dépeint le rôle régénérateur de l'indéfini dans la science mathématique. Il ne faut pas s'étonner de l'importance de ce rôle. Le monde mathématique est essentiellement subjectif; la notion purement subjective de l'infini (ou indéfini) devait nécessairement avoir une prise particulièrement puissante sur des êtres purement logiques. Le progrès inouï des sciences mathématiques dans les trois derniers siècles l'a assez prouvé.

Mais là où les difficultés devaient naître, c'est au

contact essayé, mais en fait impossible, entre cette subjectivité et les problèmes d'ordre objectif soulevés par l'étude de la Nature.

C'est contre cette antinomie que lutte encore la science moderne, et que la science luttera toujours.

Et cela ne s'entend pas alors seulement de la notion d'infini, mais de l'ensemble de la science mathématique, subjective par essence, dans son application à la représentation des lois de l'Univers physique et objectif.

L'expérience nous dévoile chaque jour des objectivités nouvelles; de son côté, la raison élabore sans cesse dans le cerveau du mathématicien les êtres logiques les plus ingénieux et les plus harmonieux.

C'est une tâche ardue, et dont le succès hasardeux et qui n'est pas rare cependant, peut tenir du miracle, que de trouver dans les subjectivités mathématiques des ensembles où les rapports des êtres entre eux représentent logiquement les rapports dûment constatés par l'expérience entre les objectivités physiques. Il faut bien observer qu'il y a concomitance des deux ordres de faits; il n'y a ni superposition ni contact. Les uns sont l'œuvre de notre esprit, les autres sont l'œuvre de la Nature.

Cette question capitale, et qui est le nœud gordien de toutes les doctrines scientifiques, se trouve traitée en excellents termes par M. de Freycinet dans le chapitre où il s'occupe de l'analyse infinitésimale et de la matière. Détachons-en cette phrase caractéristique: « Nous avons intérêt à connaître, non les propriétés des corps théoriques, mais les propriétés des corps tels qu'ils se présentent dans la Nature. Ils importent seuls à nos besoins et, dans beaucoup de cas mêmes, à nos spéculations scientifiques ».

L'abus des spéculations mathématiques dans l'étude des phénomènes physiques a précisément pour résultat de substituer aux êtres physiques des conceptions purement logiques, mal nécessaire certainement, mais dont l'exagération doit être évitée sous peine de voir la Physique elle-même verser dans la Géométrie non euclidienne, ou celle à n dimensions.

II

Dans la seconde partie, l'auteur s'occupe de la Mécanique et des notions qu'elle met en œuvre: force, masse, travail, énergie.

La notion de *force* est d'ordre physique; elle a sa source dans une série d'expériences que réalise la vie journalière. La matière prise en elle-même, soustraite aux actions extérieures, telles que les contacts avec des corps voisins, est essentiellement mobile; « le moindre effort produit un mouvement.

Par lui-même le corps ne résiste pas, il est incapable de résister.

« *La mobilité*, la mobilité parfaite, absolue, telle est la propriété fondamentale des corps, et celle qui intéresse essentiellement le géomètre. »

Après avoir développé cette remarque judicieuse et si vraie, l'auteur se propose de rechercher quel rapport existe entre l'effort et le mouvement produit. De là d'abord la nécessité de comparer entre eux les efforts, ou la mesure des forces; puis la constatation d'un certain coefficient propre à chaque corps, qui est sa *masse*, en sorte que la masse est proportionnelle à l'effort nécessaire pour imprimer au corps un mouvement donné. L'auteur rapproche ainsi avec raison ces deux notions de force et de masse, et critique avec beaucoup de justesse la définition de Poisson, d'après laquelle la masse serait la quantité de matière dont est composé le corps. « Mais, dit-il, que doit-on entendre par quantité de matière? Nous nous faisons une juste idée des quantités relatives de matière contenues dans des corps de même nature... Mais comment effectuer la comparaison, si les corps sont de nature différente? »

Il n'admet pas davantage la définition de Laplace: La masse d'un corps est la somme de ses points matériels... La densité d'un corps dépend du nombre des points matériels renfermés sous un volume donné. « Mais ce procédé, dit M. de Freycinet, ne fait pas disparaître l'objection. On est toujours en droit de se demander: Qu'est-ce que la masse d'un point matériel? Et pourquoi y a-t-il plus de points matériels dans un litre de mercure que dans un litre d'eau? »

En terminant son chapitre sur la force et la masse, l'auteur critique les tendances que l'on a eues de donner à la Mécanique « un aspect systématique et un caractère logique, comparables à ceux de la Géométrie, où les données physiques sont en effet peu nombreuses, et passent même parfois inaperçues ». Il rappelle, par exemple, la constitution hypothétique attribuée aux corps solides, et les erreurs auxquelles elle a conduit en ce qui concerne la théorie du choc.

« La méthode déductive, souveraine dans les Mathématiques pures, n'est féconde en Mécanique qu'à la condition de s'appliquer à des éléments réels, fournis par le monde extérieur. Sinon, elle conduit à des résultats qui concernent non le monde tel qu'il est, mais tel qu'il nous plaît de l'imaginer. »

Nous lisons plus loin: « Il n'est pas moins illogique de repousser la notion directe de force, sous prétexte qu'elle est puisée dans le sentiment de notre effort personnel, c'est-à-dire dans l'observation de la Nature. Pourquoi ne pas repousser aussi les couleurs du spectre solaire, parce que

c'est notre œil qui les voit ? En définissant la force : « le produit de la masse par la vitesse », comme le voudraient certains auteurs, en donnerait-on une idée bien nette à l'homme qui n'aurait jamais essayé sa force musculaire ? Autant les Mathématiques pures aspirent à s'élever dans la région de l'abstrait, autant les Sciences physiques, dont la Mécanique est la première, doivent plonger leurs racines dans le concret, sous peine de manquer de base, et de s'épuiser bientôt en spéculations chimériques ».

C'est là, il faut bien en convenir, le langage de la saine raison ; c'est celui qui convient à notre bon sens français ; car ces subtilités, « ces spéculations chimériques » sont des superfétations exotiques, pâles fleurs d'un pays de rêves ; elles ne s'acclimateront jamais à notre clair soleil.

Les mécaniciens ont, comme on sait, ramené la Mécanique à trois principes fondamentaux : la loi de l'action et de la réaction, due à Newton ; la loi de l'inertie, que l'on rapporte généralement à Galilée, et que l'auteur, par une citation très précise, montre pouvoir être attribuée à Képler. Enfin la loi de l'indépendance des mouvements, due sans conteste à Galilée¹. A vrai dire, cette dernière loi s'appelle plutôt la loi de l'indépendance des effets des forces, et nous aurions aimé voir M. de Freycinet mettre mieux en évidence ce sens véritable du troisième principe.

A ces trois lois fondamentales, l'auteur propose, non sans raison, d'adjoindre le principe de l'équivalence mécanique de la chaleur.

Les chapitres suivants sont consacrés aux notions de la quantité de mouvement, de la force vive, du travail et de l'énergie.

Cette dernière notion est, comme on sait, le pivot de la doctrine cosmogonique moderne. La *conservation de l'énergie* est présentée comme la loi suprême de la Nature. De là l'intérêt qui s'attache à la question des causes possibles de déperdition de l'énergie. L'auteur énumère plusieurs de ces causes. Il faut « que les agents de la Nature ne subissent pas l'influence du temps, et qu'ils ne soient pas susceptibles de faiblir entre deux époques consécutives. Qu'importe, en effet, qu'aux deux époques les distances dont les actions dépendent se retrouvent identiquement les mêmes, si dans l'intervalle la valeur intrinsèques des forces avait baissé ? si, par exemple, l'attraction entre deux corps n'avait pas, à la même distance, conservé la même intensité ? » Il est clair qu'en pareil cas l'expression numérique de l'énergie aurait changé.

La question ainsi posée est redoutable, mais elle

pourrait être accompagnée de bien d'autres : Pourquoi le temps n'aurait-il pas aussi de l'action sur les masses : pourquoi, comme dans les fusées, la masse ne se dissiperait-elle pas, en prenant une forme nouvelle à nous inconnue ? Certainement *a priori* toutes ces réserves sont admissibles, car nos notions sont d'origine expérimentale, et leur portée est forcément limitée dans l'espace aussi bien que dans le temps. Craignons de faire renaître sous d'autres formes le problème de l'origine et de la fin du monde. Vivons dans notre espace et dans notre temps, heureux si nos connaissances nous permettent d'asservir passagèrement la Nature à notre raison.

Il est possible qu'au delà de limites de temps que nous ne pouvons pas prévoir, une autre humanité vive dans un Univers dont les lois soient très différentes des nôtres. Cette époque ne peut pas plus intéresser la nôtre, que la nôtre ne l'intéressera. Elle fait partie, elle aussi, du monde inaccessible aux efforts de la Science ; on ne peut à son sujet qu'émettre des conjectures qui sont sans influence sur la science de notre époque, et notre compréhension de l'Univers actuel.

On peut toutefois, comme on le fait pour la marche mystérieuse du Soleil vers la constellation d'Hercole, se demander dans quel sens notre monde physique se trouve emporté, et comment, par la dissipation de l'énergie, pourrait s'effectuer quelque transformation profonde équivalant presque à une dissolution. L'auteur s'arrête à deux causes : d'abord la résistance opposée par les milieux cosmiques au mouvement des astres ; en second lieu le rayonnement incessant du Soleil et des étoiles dans les espaces célestes, et le refroidissement qui en résulterait pour notre globe. La dernière cause est, en effet, de nature à conduire aux conclusions les plus pessimistes. Tout nous indique que la Terre est une planète comme tant d'autres, et qu'elle est soumise aux mêmes lois. Sans aller chercher bien loin, la Lune, qui gravite autour de nous, est un astre mort, qui semble tout à fait impropre à une vie animale telle que celle de l'humanité. Mais combien d'années faudra-t-il à notre planète pour tomber à ce degré de déchéance ? Quelque cause, de nous encore ignorée, est-elle capable d'enrayer ce mouvement ? Qui nous dit même que le sens de ce mouvement est bien celui que nous lui prêtons ? Qui nous dit, par exemple, que la Lune, qui nous semble morte, et dont le sort semble nous menacer dans l'avenir, ne sera pas quelque jour régénérée, et que, sur ses volcans éteints, comme sur nos roches ignées, ne viendront pas s'étendre plus tard des couches d'humus, propices à la végétation et à la vie animale ?

Questions bien intéressantes, certes, mais bien

¹ Voir, sur ces questions, le récent article de M. PAUL TANNERY : Galilée et les Principes de la Dynamique, dans la *Revue* du 13 avril 1901, t. XII, p. 330 et suiv.

peu accessibles, et où l'on est réduit aux conjectures.

III

Le livre de M. de Freycinet est inspiré de ce simple bon sens qui s'allie si bien à la Science; il est écrit en un style sans prétention, clair et limpide. On peut deviner ceux qui lui en feront un grief: ceux qui voient de la profondeur sous toute nébulosité; ceux qui tiennent l'argutie pour de la finesse. Il sera, au contraire, lu avec plaisir par tous ceux qui aiment les idées simplement présentées et solidement assises sur des faits, et non sur des rêves.

Les philosophes de profession ne sont pas sans se rendre compte de la nécessité de s'alimenter au foyer de l'expérience. Plus d'un comprend qu'au-dessus du verbe il y a la chose; et nous savons que parmi eux beaucoup d'esprits distingués sont hantés du rêve scientifique. Malheureusement, c'est à la Science surtout que s'applique l'aphorisme: *Vita brevis, ars longa*. Ce n'est qu'en y vivant pro-

fondément et longuement que l'on finit par s'imprégner de ses méthodes et surtout de son esprit: cet esprit si peu systématique en fait, qu'il croit et qu'il doute tour à tour, trouvant peut-être dans son doute plus de force et plus de raison de vivre, que dans sa croyance même, car, suivant la belle parole de M. Duclaux: «C'est parce que la Science n'est jamais sûre de rien qu'elle avance toujours». Belle leçon de doute, mais d'un doute qui n'est pas le scepticisme stérile et décevant.

Il serait, pour ces motifs, bien désirable, ainsi que l'exprime M. de Freycinet, que les savants voulussent bien quelquefois résumer en quelques pages l'essence de ces leçons philosophiques que leur donnent chaque jour le calcul et surtout le laboratoire. C'est peut-être à eux la faute si le mouvement philosophique n'est pas en harmonie plus intime avec le mouvement scientifique. M. de Freycinet, par son livre, leur a donné un bel exemple: espérons qu'il sera suivi.

G. Kœnigs,

Professeur de Mécanique expérimentale à la Sorbonne.

LA VIE BIOLOGIQUE D'UN ANENCÉPHALE

Si les études physiologiques entreprises sur les animaux à la suite de l'ablation des hémisphères cérébraux et du cervelet ont été nombreuses, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de l'homme.

Lorsque l'on s'adresse à un animal, les premières difficultés commencent dès qu'il faut discerner ce qui doit être rapporté au choc opératoire de ce qui est fonction de la lésion provoquée. Les animaux auxquels on s'adresse sont généralement adultes, ou, en tous cas, possèdent déjà certains réflexes, survenus par l'habitude et abandonnés aux centres inférieurs, dans l'acquisition et dans le développement desquels le cerveau a joué un certain rôle.

Le hasard vient de réaliser sur l'homme même une semblable expérience de Physiologie, dans laquelle se trouvent comblés la plupart des desiderata précédents. Ici, en effet, pas de choc opératoire dont l'action puisse gêner l'expérience. En second lieu, aucun phénomène d'habitude ne peut être invoqué pour expliquer certains actes, puisque l'enfant a été examiné au moment même de sa naissance et le jour suivant. La durée de la vie a été assez longue pour permettre d'entreprendre un certain nombre d'expériences de Psycho-physiologie et les suivre pendant un temps suffisant.

Il s'agit du cas d'un anencéphale, chez lequel les hémisphères cérébraux et le cervelet sont absents, venu au monde dans le courant de février 1901.

Nous avons relu à ce sujet les différentes observations publiées jusqu'à ce jour, et nous avons été frappés par ce fait que les études ont surtout porté sur la genèse de la monstruosité, sur l'interprétation tératologique, sur la structure, soit macroscopique, soit microscopique, des divers éléments anatomiques, principalement des éléments nerveux; sur la persistance ou non de l'aspect embryologique de ces derniers alors qu'ils sont soustraits à l'influence des centres supérieurs. Mais de recherches psycho-physiologiques proprement dites, entreprises méthodiquement, nous n'en avons à peu près pas trouvées.

Les seules descriptions qui en sont faites sont disséminées sous forme d'incidents. Néanmoins, nous relevons certains détails curieux et intéressants par les rapprochements que nous pouvons faire avec notre cas. Nous en parlerons lorsque nous aurons à comparer différentes particularités remarquables, soit par leur similitude avec notre observation, soit par leur différence.

Prenons maintenant connaissance de l'état de notre sujet et des conditions dans lesquelles il se présente à notre observation. Nous procéderons ainsi comme on a coutume de le faire dans les la-

¹ Travail du Laboratoire de Psychologie expérimentale de l'École des Hautes-Études (Asile de Villejuif.)

boratoires de Physiologie : la Nature dans notre cas aura été l'opérateur.

1

L'accouchement eut lieu dix mois après la conception, ainsi qu'il semble ressortir de la cessation des règles, et des divers renseignements fournis par la mère. L'enfant arriva en état asphyxique et de mort apparente. Des bains chauds, ainsi que des frictions énergiques sur le corps, le ranimèrent. Notre sujet est du sexe masculin; il pèse au moment de la naissance 2 kil. 620, alors que le poids normal varie entre 3.000 et 3.500 grammes. Ce qui frappe tout d'abord chez lui, c'est l'absence de calotte crânienne (fig. 1 et 2). A la place on voit une



Fig. 1. — L'anencéphale vu de face.

tumeur rouge, bosselée, mollasse, bourgeonnante, recouverte de croûtes, présentant à sa base un sillon profond qui lui forme un vrai pédicule. On remarque que cette tumeur n'est animée d'aucun mouvement d'expansion à la vue, à la main, ou à un instrument enregistreur. Le corps et le visage sont violacés, les mouvements respiratoires sont irréguliers. Cet enfant vécut 39 heures.

Examiné de près, nous voyons d'une façon générale que le côté droit du corps semble plus gros que le côté gauche. Les membres (pieds et mains principalement) semblent plus développés que chez un enfant ordinaire au moment de la naissance. Pas d'autres difformités appréciables sur le tronc et les membres. La verge, les testicules sont normalement conformés. C'est surtout du côté de la tête que les lésions et les difformités existent. Les photographies des figures 1 et 2 précisent d'ailleurs son aspect général. Du côté du visage, on voit que le front n'existe que par sa partie tout à fait inférieure. Le nez ne présente pas de dépression au niveau de sa

racine et se continue en ligne droite avec le vestige persistant de l'os frontal, rappelant ainsi le profil d'un nez grec. Les oreilles sont mal formées; il n'y a pas de lobule, de sorte que le diamètre antéro-postérieur est aussi grand que le diamètre supéro-inférieur. On note l'existence d'une saillie anguleuse prononcée et pointue à la partie postéro-supérieure du bourrelet de l'oreille. On a de la sorte la disposition d'une oreille fœtale, dont les dimensions se seraient simplement accrues sans que l'organe perde rien de son aspect primitif. Les yeux sont particulièrement saillants. Lorsque l'on ouvre les paupières, on voit les conjonctives rouges, la cornée terne et vitreuse.

Un exorbitisme très accusé, s'accompagnant de lésions analogues de la cornée qui était terne,



Fig. 2. — L'anencéphale vu de profil.

desséchée, inégale, de couleur brunâtre, a été également signalé chez un chien anencéphale par MM. Sabrazès et Ury⁴. Les pupilles sont toutes deux très dilatées, quoique inégalement. L'inégalité a lieu au profit de la droite, dont le diamètre semble double de celui de la gauche. Le strabisme externe est très accusé. Les pupilles sont fortement dirigées en bas et en dehors, au point d'être cachées toutes deux derrière les commissures palpébrales externes. Les paupières sont d'ailleurs continuellement à peu près closes.

L'exorbitisme, le strabisme externe, la dilatation de la pupille constatés dans notre cas, comme dans celui de MM. Sabrazès et Ury, ne sont-ils pas dus à l'absence du moteur oculaire commun, dont au-

⁴ De l'anencéphalie. A propos d'un cas de tumeur angiomateuse endo et épicroânienne avec malformations multiples du crâne, de l'encéphale, de la moelle cervicale et des yeux, chez un chien nouveau-né ayant vécu 30 heures, par J. SABRAZÈS et E. URY. *J. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. 4, n° 4, 739-53.

cune trace ne put être décelée dans aucun de ces deux cas à l'examen nécropsique.

D'une façon générale, l'ensemble de la tête de cet enfant donne assez bien l'aspect d'une tête de batracien.

11

Voyons maintenant les résultats de l'autopsie.

Comme nous l'avons dit, on relève d'abord une absence complète de calotte cranienne. A la place, on voit une masse bourgeonnante, mamelonnée, molle, de couleur groseille, parsemée de croûtes purulentes à sa surface (fig. 1 et 2).

Un sillon profond, surtout en arrière, limite sa partie inférieure en l'étranglant.

Le frontal n'existe pas. Pas de voûte orbitaire, pas de plancher sus-orbitaire.

L'œil s'extrait sans grande difficulté par la partie supérieure laissée libre par l'excision de la tumeur.

Le système nerveux, extrait complètement de l'axe cérébro-spinal, se compose simplement de la moelle avec ses ganglions rachidiens, du bulbe, de la protubérance moins les pédoncules cérébelleux moyens et de rudiments des tubercules quadrijumeaux. Au delà se voit un tissu scléreux adhérent aux méninges de façon à ne former avec elles qu'une seule membrane absolument indivise.

A la partie moyenne de la base du crâne, on délimite assez bien la selle turcique.

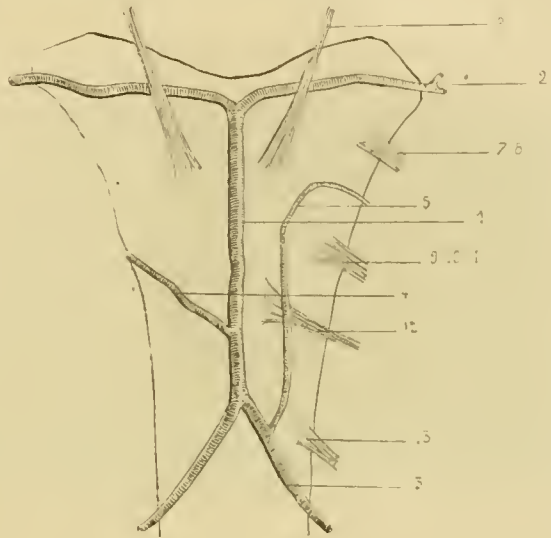
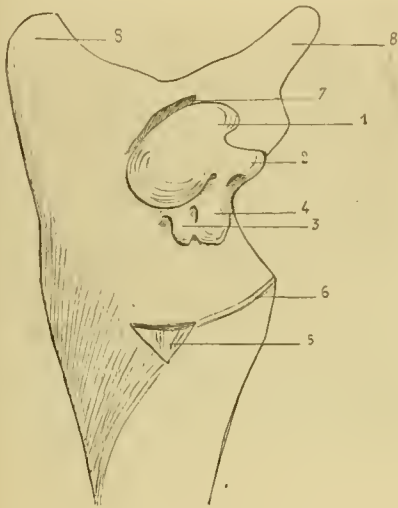


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 3 et 4. — Topographie anatomique du bulbe de l'anencéphale et des régions environnantes. (Dessins de M. J. Laran.)

Fig. 3. — Face dorsale. — 1, 2, 3, 4, éminences blanchâtres; 5, sillon en avant des éminences blanchâtres; 6, bord fibreux en avant du plancher, donnant communication avec l'aqueduc de Sylvius; 7, sillon en avant des éminences blanchâtres; 8, tissu fibreux.
 Fig. 4. — Face ventrale. — 1, tronc basilaire; 2, cérébrale postérieure; 3, ventrale gauche; 4, artère née du tronc basilaire; 5, artère née de la vertébrale gauche; 6, la sixième paire; 7, 8, la septième et la huitième paires; 9, 10, 11, les neuvième, dixième et onzième paires; 12, la douzième paire; 13, nerf rachidien.

Lorsque l'on excise cette tumeur bosselée, un liquide clair citrin s'écoule par la plaie. Il est contenu dans de petites cavités, séparées les unes des autres par des cloisons ne les laissant pas communiquer entre elles. Le revêtement interne de ces différentes poches est légèrement grisâtre. Le poids de cette poche kystique isolée et débarrassée du liquide qu'elle contient est de 11 gr. 5. Rien chez elle ne ressemble à du tissu nerveux; sa consistance, au contraire, est dure, lardacée. Si l'on détache complètement la tumeur par son pédicule, on peut l'extraire dans sa totalité sans rien rencontrer qui rappelle l'aspect de la substance nerveuse.

L'atlas est surmonté par un os haut de 1/2 à 1 centimètre, qui est le commencement de l'occi-

Revenons maintenant sur chaque partie avec plus de détails (fig. 3 et 4).

Les ganglions rachidiens paraissent normaux à l'œil nu. La moelle semble plus mince que d'ordinaire. Son poids est de 4 grammes (queue de cheval comprise).

Le bulbe et la protubérance pèsent 1 gramme et 1 décigramme. Le plancher du 4^e ventricule est à découvert (fig. 3). Une simple bande transversale le recouvre en son milieu. En haut, il semble se continuer par un faible pertuis avec l'aqueduc de Sylvius. Pas de trace de cervelet. Un peu en avant du plancher ventriculaire, on observe une masse nerveuse, de forme à peu près quadrangulaire, découpée par des sillons qui délimitent quatre éminences irrégulières blanches dont deux sont

antérieures, deux postérieures, et qui rappellent assez bien les tubercules quadrijumeaux rudimentaires. Plus haut, nous sommes en présence de tissu fibreux absolument différent de la substance cérébrale, et dont le poids s'élève à 2 grammes.

À la face ventrale (fig. 4), ce qui frappe tout d'abord c'est l'absence de pont de Varole, absence suffisamment expliquée par le défaut du cervelet et conséquemment des pédoncules cérébelleux moyens. Malgré cette apparence, le lien topographique qui correspond à la protubérance existe. Assez rapprochés de la ligne médiane, se détachent, du milieu de la région nerveuse bulbo-protubérantielle, deux filets minces blanchâtres qui se dirigent en avant. Il s'agit probablement ici du moteur oculaire externe. Plus en dehors, et en allant de haut en bas, on voit émerger successivement les troncs nerveux suivants : Latéralement, c'est d'abord le groupe des VII^e

versées à leur partie postérieure par le nerf optique. Il est intéressant de rapprocher de cette observation, où aucune partie importante de l'œil ne fait défaut, un cas signalé par Gade¹, dans lequel on note une absence de cristallin, de corps ciliaire et d'iris et où l'un des yeux est atteint de coloboma rétinien et choroïdien.

Nous n'insisterons pas davantage sur l'examen nécropsique, de même que nous ne parlerons pas des résultats des recherches histologiques. Nous n'avons dit que ce qu'il est nécessaire de connaître pour comprendre les recherches et les expériences de Psycho-physiologie auxquelles nous nous sommes livrés et qui constituent l'objet principal de cet article.

III

À la naissance, ainsi que le jour

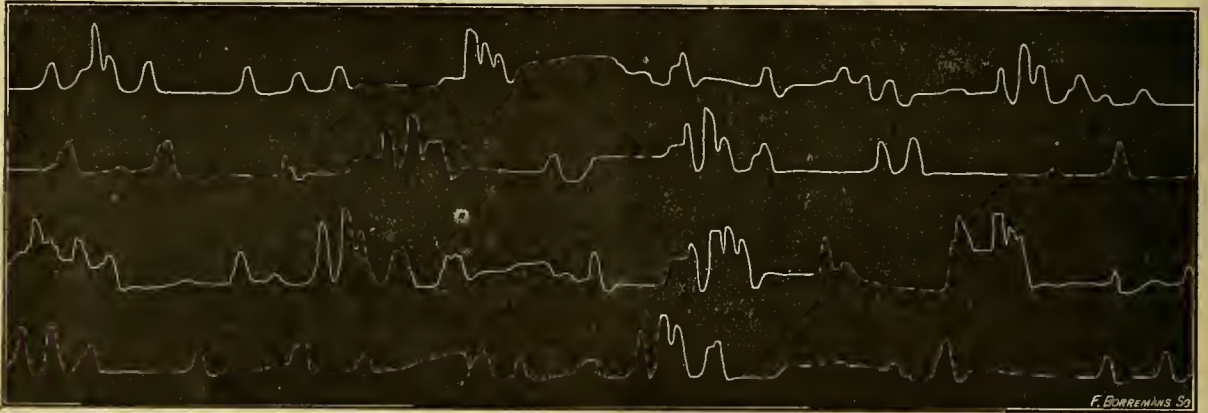


Fig. 5. — *Respiration thoracique*. — (Pneumographe Marey avec un tambour Marey d'un diamètre de 3 centimètres, et avec une plume d'une longueur de 10,5 centimètres). Lire le tracé de gauche à droite. La figure représente des morceaux de plusieurs courbes successives; ces courbes ont été prises vingt-deux heures après la naissance. Vitesse du cylindre : un tour dans cent secondes, la circonférence du cylindre étant de 43 centimètres (dispositif Ch. Verdin).

et VIII^e paires; plus bas, celui du glosso-pharyngien et du vago-spinal; plus en dedans, la XII^e paire; enfin les nerfs rachidiens font leur apparition sur la face latérale bulbo-médullaire.

Les artères vertébrales côtoient le bulbe, et se réunissent à sa partie médiane en un tronc commun, le tronc basilaire, qui, à la partie supérieure, se divise en deux branches qui forment les cérébrales postérieures. Ces dernières limitent topographiquement la partie antérieure de la protubérance annulaire; sur son trajet, la vertébrale gauche donne naissance à une ramification vasculaire qui se dirige du même côté et en haut. Une branche analogue se détache à droite du tronc basilaire et suit une direction symétrique à la précédente.

L'œil nous montre toutes les parties constitutives ordinaires. Le cristallin et le corps vitré semblent normaux. Nous voyons une rétine ainsi qu'une sclérotique et une choroïde, ces deux dernières tra-

suivant, le sujet laissa écouler par la bouche une salive filante et sanguinolente. Il rendit également de l'urine et du méconium.

L'examen des différentes fonctions nous révèle les particularités suivantes.

La température, soit centrale, soit locale, est très basse. Un thermomètre placé dans le rectum ne dépasse pas 28°. Le corps, généralement violacé, semble plus froid que les objets environnants. Placé auprès d'un gros feu, l'enfant ne parvient pas à se réchauffer, et si les points du corps exposés aux rayons calorifiques augmentent un peu de température, il n'en est pas de même des autres parties, qui restent aussi froides qu'auparavant et ne subissent aucune influence du fait de l'élévation de la température d'une région voisine.

¹ F.-G. GADE : Un cas d'encéphalie avec amyélie totale et autres anomalies constitutionnelles (*Norsk Magazin f. Lægevidensk.*, 1894, p. 715).

Un des troubles organiques les plus apparents est assurément la modification respiratoire qui existe chez notre sujet depuis le moment de sa naissance. Cette modification du rythme fut surtout marquée après l'accouchement et pendant les quelques heures qui suivirent. Plus tard elle se régularisa un peu. C'est à un moment de calme respiratoire relatif que furent pris les graphiques dont nous donnons un exemple. L'enfant ne respire qu'à des intervalles très éloignés. Il prend une teinte encore plus asphyxique; alors surviennent deux ou trois respirations profondes et brusques, après lesquelles revient la période d'apnée. Nous avons ainsi une respiration avec type de Cheyne-Stokes des plus nets, comme d'ailleurs en témoignent les tracés respiratoires des figures 5 et 6. Le nombre des respirations ne dépasse pas en moyenne le chiffre de 8 à 9 par minute.

Contrairement à cette diminution de la fréquence

que nous avons observés d'une façon très manifeste dans notre cas n'ont pas toujours été relevés dans les diverses observations d'anencéphalie. C'est ainsi qu'Arnold¹ rapporte l'histoire d'un monstre hémicéphale chez lequel la respiration et le pouls ne présentaient pas d'anomalies. Il est vrai que l'absence des hémisphères était moins totale que chez notre sujet. L'enfant dont il parle, en effet, avait vécu trois jours; la voûte crânienne manquait et la masse cérébrale était disposée sur la base crânienne présentant l'aspect de plusieurs tubercules qui, à la section, offraient des cavités.

Nous avons déjà insisté sur les troubles vaso-moteurs, caractérisés par une teinte violette de tout le tétegment. Le moindre attouchement sur la surface du corps, quelque faible qu'il soit, fait aussitôt disparaître la cyanose. Le point en contact devient immédiatement très blanc sur toute la surface de contact, qui tranche ainsi sur le reste violet du



Fig. 6. — *Respiration abdominale de l'anencéphale.* — Mêmes conditions expérimentales que pour la figure 5. Expériences faites dans la même journée, vingt-deux heures après la naissance.

respiratoire, le nombre des battements cardiaques reste à peu près normal.

Le nombre des pulsations est de 138 à la minute. Lorsque l'on pratique l'auscultation du cœur, on reconnaît un rythme embryocardique des plus nets. Mais on s'aperçoit que la vitesse est irrégulière. Les battements cardiaques, en effet, se précipitent au moment de la période dyspnéique; leur nombre croît alors d'une façon très manifeste. A ce moment on relève quelques faux pas du cœur. Nous regrettons de n'avoir pu inscrire comparativement le tracé sphygmographique à côté du tracé respiratoire afin de saisir ce ralentissement simultané de la respiration et de la circulation à un moment donné (période apnéique) et leur accélération au moment d'une autre période plus courte que la première (période dyspnéique); mais il était impossible matériellement de déceler graphiquement les pouls radial et capillaire. La pression sanguine était très faible, et, sans pouvoir donner de mesures précises, il nous semble qu'elle était inférieure à la pression normale. Les différentes périodes respiratoires n'exercent aucune action sur la pupille, comme on l'a décrit dans le type Cheyne-Stokes vulgaire urémique chez l'homme. Les troubles respiratoires et circulatoires

corps. Dès que l'attouchement a cessé, la coloration violette réapparaît.

Les réflexes idio-musculaires recherchés par le pincement musculaire sont également très nets. Les réflexes iriens n'existent pas. La pupille reste immobile. Une lumière intense placée très près de l'œil ne provoque aucune contraction pupillaire. Un attouchement, même énergique, avec la tête d'une épingle soit de la conjonctive soit de la cornée, au niveau de la pupille, ne provoque aucun mouvement de défense ou de réaction quelconque. La pupille même y reste complètement insensible. L'enfant paraît n'avoir aucune sensation ni aucune notion de ce attouchement.

Le jour qui suivit l'attouchement, vingt heures environ après la naissance, notre sujet présenta une série de crises convulsives. Le début fut précédé d'un vomissement verdâtre. Pas de cri initial; mais les lèvres se pincèrent, le bras gauche présenta quelques mouvements auxquels succéda une contracture de la main. Le pouce et l'index des trois autres doigts étaient en extension. La pha-

¹ ARNOLD: Gehirn, Rückenmark und Schädel eines Hemicephalus von dreitägiger Lebensdauer. *Bet. z. pat. Anat. u. z. Al. Pat.*, Liegler, 1892, u. 407.

lange était en extension forcée sur la main; la phalangine et la phalangette en flexion forcée. La main était en extension forcée sur l'avant-bras. Puis la contracture se généralisa; l'enfant avait tout le corps raide comme une barre. A cette phase tonique succéda une phase clonique, caractérisée par des mouvements de tout le corps, avec mouvement de mastication des lèvres et expulsion d'écume par la bouche. Au début de l'accès, l'enfant urina, mais ne rendit pas de matières fécales. L'accès dura environ deux minutes. A peine la première attaque était-elle terminée et les mouvements avaient-ils disparus, qu'eut lieu un second accès en tout semblable au premier, avec miction; il dura environ deux minutes. Dix minutes après la fin du deuxième accès eut lieu un troisième sans miction, qui dura environ trente secondes.

Ce troisième accès fut d'ailleurs le dernier. Les crises convulsives ne se reproduisirent plus jusqu'à la mort.

IV

La sensibilité a fait l'objet de recherches minutieuses. Pour obtenir des résultats, il était nécessaire que l'impression atteignît un certain degré capable de provoquer un mouvement de défense. Car la sensation n'était saisie que par la réaction motrice qu'elle provoquait, et qui permettait en quelque sorte d'en mesurer l'intensité.

Le tact était très nettement conservé. Lorsque l'on chatouillait, même légèrement, l'enfant sous la plante des pieds, on provoquait un mouvement de flexion des jambes avec rejet du corps en arrière.

La sensibilité à la douleur existait également. Des piqûres aux pieds, aux jambes, au ventre, au niveau du nez amenaient des mouvements de défense qui montraient que l'impression n'était pas restée sans résultat.

La sensibilité thermique n'était pas abolie. Un tube d'eau froide, placé contre la cuisse, ne produisait aucun effet, mais un tube d'eau chaude provoquait le retrait du membre inférieur et un mouvement du corps tendant à fuir l'objet brûlant.

Ces expériences ont été répétées un nombre de fois assez considérable pour affirmer la constance des résultats obtenus, et éliminer le hasard de ces séries de recherches.

Nous venons de voir que la sensibilité semblait conservée, et la mesure même de cette sensibilité nous était donnée par les réactions de défense du sujet. Ces mouvements étaient associés, coordonnés et semblaient converger vers un but. C'est ainsi qu'à des piqûres sur les jambes, le ventre, le nez, qu'au chatouillement de la plante des pieds, qu'à l'application d'un corps chaud sur la cuisse, qu'à l'approche d'un flacon d'ammoniaque pur, l'enfant

réagissait par des mouvements de flexion des membres inférieurs, et le rejet en arrière du corps et de la tête. Lui mettait-on un biberon aux lèvres, il exerçait des mouvements de succion. Lorsqu'un liquide arrivait dans la bouche, un mouvement de déglutition s'ensuivait, et le liquide était parfaitement avalé. Lorsqu'on lui offrait de l'eau sucrée avec une cuillère, l'enfant avait des mouvements des lèvres pour empêcher l'issue du liquide en dehors de la cavité buccale.

Ces réflexes associés, ces mouvements d'ensemble ont été relevés dans plusieurs cas d'anencéphalie. Arnold¹ raconte que lorsqu'on provoquait des mouvements réflexes d'un seul membre (avec une piqûre ou avec une égratignure de la peau), ces mouvements ne restaient pas localisés, et se propageaient aux autres membres. Lorsqu'on lui introduisait le doigt dans la bouche, le sujet faisait des mouvements de succion. Il avalait l'eau et le lait, mais parfois avait des régurgitations. Sabrazès et Ulry² rappellent également l'existence de phénomènes analogues chez un chien anencéphale dont ils rapportent l'observation. L'animal, qui vécut trente heures, tétait comme les autres, et se tenait bien sur ses pattes.

L'examen minutieux des diverses sensibilités sensorielles montre leur abolition complète. Les substances employées furent choisies parmi celles qui provoquent les sensations les plus intenses pour chacun des organes des sens examinés, et qui devaient entraîner sûrement les mouvements de défense si les impressions en avaient été perçues.

Du bromhydrate de quinine, déposé à la surface de la langue, restait sans effet.

De l'éther, du camphre, placés sous le nez, ne produisaient aucun résultat. De l'ammoniaque pur amenait un mouvement de retrait de la tête. Mais l'ammoniaque exerce plutôt une impression tactile qu'olfactive sur la sensibilité de la muqueuse pituitaire.

L'enfant semblait ne rien entendre. Des cris, des bruits intenses produits contre son oreille ne provoquaient aucune réaction de sa part.

La vue était également abolie. La projection d'une lumière, même vive, sur l'œil n'était suivie d'aucun mouvement réactionnel de la part du sujet, pas même d'une simple modification pupillaire. Cette absence de réaction de la pupille à la lumière a été relevée également par Arnold³ dans un cas d'anencéphalie.

Le goût, l'odorat, l'ouïe, la vue faisaient donc complètement défaut chez notre monstre.

¹ ARNOLD : *Loc. cit.*

² SABRAZÈS et ULRY : *Loc. cit.*

³ ARNOLD : *Loc. cit.*

V

Nous avons vu des réflexes associés et des mouvements coordonnés en vue d'une réaction de défense, mais nous notons également l'existence de mouvements spontanés. L'enfant reste le plus souvent immobile dans son lit. Il n'a pas l'air incommodé par sa respiration difficile, qui provoque un état asphyxique à peu près constant chez lui. A ce moment l'enfant semble dormir. Il est vrai que la simple absence de mouvements suffit à lui donner l'apparence du sommeil. Les paupières sont toujours closes, et la régularité respiratoire, qui indique le sommeil chez les autres, ne peut pas ici servir de critère en raison de son irrégularité naturelle et constante.

Il est ainsi à peu près impossible de savoir lorsque le sujet dort, ou lorsqu'il est éveillé, de même que l'on ne peut dire s'il dort à peu près toujours ou s'il ne dort jamais. Cependant, à de certains moments, il imprime à ses bras et à ses jambes des mouvements spontanés et qui ne répondent à aucune excitation extérieure particulière; parfois il fait entendre quelques gémissements courts et monotones que rien ne semble provoquer. Ces cris, brefs et rares, ne s'accompagnent pas de pleurs véritables. Si, dans certains cas, ils ne semblent pas motivés, le plus souvent ils répondent à une piqûre, ou à des modifications un peu brusques dans la position du corps. Ces cris coïncident assez souvent avec des réactions de défense. Dans le cas d'Arnold⁴, où l'enfant vécut trois jours, ce dernier criait et gémissait à des intervalles le plus souvent très espacés.

Au moment de la mort, les troubles asphyxiques et dyspnéiques semblèrent augmenter d'intensité. L'enfant, la bouche grande ouverte, fut pendant quelques instants en proie à des phénomènes de suffocation.

VI

L'importance et la rareté de notre cas nous oblige à rester dans le domaine purement expérimental, et à constater des données biologiques précises sans toutefois prétendre en expliquer la cause et le mécanisme. Nous nous contenterons de poser de nouveaux problèmes et d'objecter quelques faits précis à des opinions classiques et à des conceptions biologiques accréditées.

1° La température de 28° observée ici est une des plus basses, croyons-nous, que l'on ait rencontrée, jusqu'alors compatible pendant un temps relativement long avec une vie psycho-physiologique.

2° Le pouls était très rapide, et battait à 138 par

minute, coïncidant ainsi avec une température de 28°. Cette dissociation nous a paru remarquable, et bien propre à mettre en évidence la différence de l'action que le cerveau exerce sur la respiration, où il joue un rôle important, et sur la circulation, où son importance est à peu près nulle.

3° La respiration en type de Cheyne-Stokes semble indiquer que le bulbe ne suffit pas à la respiration rythmique normale. Celle-ci exige, pour être régulière et normale, l'intégrité du cerveau.

Certaines expériences de physiologie que nous avons pratiquées sur le chien concordent avec ces résultats.

Il semble donc que, dans les phénomènes respiratoires, il faille faire intervenir deux actions différentes : l'une bulbaire, l'autre cérébrale. Au bulbe serait dévolu le rôle principal et véritablement fondamental, au cerveau celui de coordinateur, capable seul de donner un rythme défini aux excitations saccadées du bulbe, résultat probable de l'action de l'acide carbonique qu'un sang asphyxique met au contact des éléments bulbaires.

4° Nous constatons également un état particulier des vaso-moteurs, correspondant probablement à la paralysie des vaso-constricteurs. On note une dilatation très intense de toute la surface des téguments. Lorsqu'on produit une pression, on voit que, quelque légère qu'elle soit, la partie touchée devient très pâle. Mais cette blancheur disparaît instantanément, dès que l'atouchement cesse. La rapidité de ce changement de coloration est telle qu'il pourrait à peine être apprécié par quelques centièmes de seconde. Cet état anémique ne serait-il pas sous la dépendance de l'écrasement des capillaires superficiels, provoqué par l'état de paralysie du système moteur vasculaire ?

5° Les réflexes existent et sont exagérés. Et, à un degré de plus, nous avons observé l'existence de convulsions à type jacksonien, avec leur allure ordinaire.

6° La sensibilité générale ne semble pas abolie, si nous en jugeons d'après les réactions motrices qui la caractérisent habituellement et la mesurent, et qui sont les seuls moyens par lesquels elle peut être saisie à cet âge chez les enfants les plus normaux. La présence de ces réactions peut ainsi être considérée comme le symbole habituel d'une vie psycho-physiologique rudimentaire. Aucune sensibilité spéciale n'était conservée, mais on notait l'existence de la sensibilité tactile et thermique, de la sensibilité à la douleur. Le sujet réagissait très nettement à ces divers modes de la sensibilité.

La douleur, ou au moins les réactions habituelles par lesquelles nous la saisissons et en mesurons jusqu'à un certain point l'intensité, persistait également.

⁴ ARNOLD : *Loc. cit.*

7° Le sujet avait pendant sa vie des réflexes associés, ainsi qu'en témoignent les quelques ébauches de réactions de défense et surtout les mouvements coordonnés qui répondaient à un état moteur suffisamment équilibré⁴. L'enfant avait des mouvements de la tête significatifs, des contorsions plus ou moins définies quand on lui mettait un biberon à la bouche : il remuait alors les lèvres.

8° Le sujet poussait des cris sans avoir de pleurs véritables. Ces cris étaient aigus, faibles, peu prolongés, monotones, et tantôt étaient spontanés, tantôt venaient comme réaction de défense, comme mode de réponse à une impression douloureuse.

9° Il est difficile d'émettre une opinion ferme sur la question du sommeil, et de dire si le sujet dormait réellement. L'attitude était sensiblement la même le jour et la nuit. A peine pouvait-on constater une diminution très légère des phénomènes moteurs pendant la nuit. Nous pensons donc que le sommeil est avant tout un phénomène psychologique, au moins dans ses éléments essentiels.

Ces divers résultats nous semblent démontrer d'une part que les fonctions organiques fondamentales ou végétatives en plus d'une activité biologique indépendante, ont besoin pour leur bon fonctionnement d'une synthèse physio-motrice qui

⁴ Voir pour l'étude des mouvements associés le récent travail de G. HANAU et EUG. MEDEA : *Contributo allo studio de movimenti associati in Poliambulanza di Milano*, fasc. XI, 1900.

leur est donnée par les hémisphères cérébraux.

Il y a un rythme, une coordination spéciale que les hémisphères seuls peuvent donner.

Beaucoup de recherches de laboratoire ont montré cette nécessité psychomécanique ; notre expérience de physiologie naturelle la précise.

En second lieu, il semble qu'une catégorie de phénomènes psychiques que, jusqu'ici, on attribuait exclusivement aux hémisphères cérébraux, comme la sensibilité spéciale du tact, de la douleur, la sensibilité thermique, de même que certaines réactions assez bien coordonnées à ces diverses impressions, existaient chez notre anencéphale indépendamment de l'action du cerveau.

Il ressort encore cette notion que l'existence de ces phénomènes est purement physiologique, et primitivement sous la dépendance des fonctions bulbo-protubérantielles et médullaires.

Le cerveau, envisagé sous cet angle, ne semble jouer qu'un rôle de luxe extrêmement utile pour le bon fonctionnement de l'organisme et la régularité de ses fonctions, mais non indispensable pour une vie psycho-biologique rudimentaire.

Son rôle paraît être avant tout celui d'un coordinateur psycho-dynamique.

N. Vaschide,

Chef des travaux du Laboratoire de Psychologie expérimentale
à l'École des Hautes-Études.

Cl. Vurpas,

Interne des Asiles de la Seine.
(Asile de Villejuif.)

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Mansion (D^r P.), Professeur à l'Université de Gand. — *Elemente der Theorie der Determinanten* (3^e édition). — 1 vol. in-4° de 104 pages. Prix : 3 fr. 25 — Teubner, éditeur, Leipzig, 1900.

Cette troisième édition allemande paraît en même temps que la sixième édition française. Cette indication seule suffirait pour recommander à nouveau l'ouvrage de M. Mansion à ceux qui enseignent la Théorie des Déterminants. Nous insisterons donc plutôt sur les avantages qui ont fait le succès de ce manuel que sur son contenu même.

Il a été écrit d'excellents ouvrages sur la Théorie des Déterminants, et cela dans les divers pays. Ce sont ceux de Brioschi, Baltzer, Salmon, Günther, Scott, Muir, Suarez et Gasco, Gordan, Pascal, pour ne citer que les principaux. Mais il s'agit là de traités présentant la science des Déterminants sous une forme systématique. Ils ne s'adressent guère à celui qui aborde pour la première fois cette théorie, en elle-même d'une grande simplicité, mais qui est souvent exposée sous une forme beaucoup trop aride pour le débutant; on constate même ce fait dans bien des ouvrages d'Algèbre qui consacrent un chapitre aux Déterminants: le désir, très louable d'ailleurs, de présenter cette théorie en toute rigueur scientifique et d'une façon aussi complète que possible, fait souvent oublier aux auteurs d'ouvrages élémentaires le public auquel ils s'adressent.

Il n'y a, par contre, que fort peu d'ouvrages renfermant les éléments de la Théorie des Déterminants dégagée de la forme symbolique, qui ne convient guère à un premier enseignement. C'est ce qui explique la faveur que l'on continue à accorder au livre de M. Mansion, qui se propose de « conduire, par la voie la plus courte, sinon la plus facile, aux vérités les plus importantes de cette Algèbre nouvelle ».

En tête de l'ouvrage se trouve un chapitre préliminaire renfermant les premières propriétés et les premières applications des Déterminants à deux ou trois lignes. Ces préliminaires sont présentés d'une manière extrêmement élémentaire; ils permettent au lecteur de se familiariser sans difficulté avec le mécanisme des Déterminants. C'est un extrait d'un opuscule qu'a publié M. Mansion sous le titre: *Einleitung in die Theorie der Determinanten* (Édit. franç. « Introduction à la Théorie des Déterminants »).

Ce n'est qu'après cette première initiation que l'auteur aborde les définitions et propriétés fondamentales des Déterminants: I. Permutations d'éléments à un indice; II. Permutations distinctes d'éléments à deux indices; III. Définition des Déterminants; IV. Propriétés fondamentales.

Il examine ensuite le calcul des Déterminants et les propriétés relatives aux mineurs et aux opérations sur les Déterminants, puis il passe aux applications. Cette dernière partie est destinée à mettre en évidence l'utilité des Déterminants dans les différentes branches mathématiques; elle offre un grand intérêt par la diversité des questions qui y sont traitées.

Cette nouvelle édition renferme diverses améliorations de détail et le nombre des exercices supplémentaires s'y trouve considérablement augmenté. Nul doute qu'elle rende service aux élèves des grandes Ecoles, aux ingénieurs, et, en général, à tous ceux qui désirent aborder la théorie et en trouver, condensé en un petit volume, un exposé exact et suffisant. H. FEHR, Professeur à l'Université de Genève.

Rateau A., Ingénieur des Mines. — *Traité des Turbo-machines. Fascicule I: Généralités. Turbines hydrauliques et leur régularisation.* — 1 vol. in-4° de 264 pages avec 193 figures. Prix: 40 fr. V^e Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1900.

Sous le nom générique de Turbo machines, M. Rateau comprend les turbines et roues motrices à eau, à vapeur ou à air, les pompes et ventilateurs centrifuges et hélicoïdes, les hélices propulsives.

L'ouvrage en question, formé par la réunion d'articles publiés, de juillet 1897 à mai 1900, dans la *Revue de Mécanique*, n'est que le premier fascicule de l'étude générale de ces machines. Il est consacré aux turbines hydrauliques et aux moulins à vent; mais il débute par les généralités qui se rapportent à toutes les Turbo-machines.

Leur théorie était, jusqu'à ces dernières années, établie, en partant du théorème des forces vives, par la formule de Bernoulli, qui a le tort de supposer des machines parfaites sans pertes de charges. Déjà, plusieurs auteurs allemands, entre autres M. Bodmer, avaient tiré leur formule du théorème des quantités de mouvement. M. Rateau s'appuie sur le théorème des moments des quantités de mouvement. Il parvient rapidement à une formule très simple, qui renferme, comme cas particuliers, toutes les formules déjà connues, et qui s'applique aux machines telles qu'elles existent, avec toutes leurs imperfections, parce que le théorème des moments des quantités de mouvement reste vrai, quels que soient les frottements intérieurs.

Les formules générales une fois posées, M. Rateau les applique aux moteurs hydrauliques, et accessoirement aux moulins à vent; de la sorte, sans se préoccuper d'écrire à leur sujet tout ce qu'on en peut dire ou de présenter des monographies d'appareils, il pénètre assez avant dans le fonctionnement de ces machines et arrive à d'intéressantes conclusions inédites.

Après le 1^{er} chapitre, qui donne l'histoire des turbines et les généralités qui les concernent, le 2^{me} étudie les turbines sans distributeur, que leur faible rendement empêche d'utiliser comme moteurs hydrauliques, mais qui sont fort employées comme moteurs aériens: effectivement, les moulins à axe vertical et les turbines atmosphériques à distributeur ne sont que l'exception. M. Rateau étudie les moulins hollandais à quatre ou six grandes ailes, d'origine fort ancienne, et les moulins à nombreuses petites ailes, créés plus récemment par les Américains; il donne sur ces derniers les expériences de Murphy. Il parle aussi des moulinets hydrométriques et anémométriques.

Le chapitre 3 est consacré aux turbines à injection partielle, qui sont toujours des turbines sans réaction: roues Pelton, turbines centrifuges et centripètes.

Le chapitre 4 s'occupe des turbines à injection totale, qui sont généralement des turbines à réaction: turbines hélicoïdes (ou parallèles ou axiales), turbines centrifuges, centripètes, mixtes ou hélico-centripètes.

Le chapitre 5 étudie la régulation automatique de la vitesse des turbines, devenue si nécessaire depuis que ces moteurs sont attelés directement à des dynamos, et qui emprunte ordinairement le ministère de trois organes principaux: le tachymètre (ou régulateur à boules), le servo-moteur auxiliaire et le volant. M. Rateau décrit leurs principaux dispositifs; puis il donne la théorie du réglage telle qu'il la comprend. Comme développement de cette théorie, il étudie, ce qui n'avait pas encore été fait d'une manière approfondie, les oscillations périodiques dues aux coups de bélier qui

se produisent dans les longues conduites d'eau munies ou non de réservoir d'air. Ces coups de bélier peuvent affoler le régulateur; pour y remédier, on a parfois recours au réservoir d'air; M. Rateau donne des formules inédites pour le calcul de ce réservoir, et comme, au lieu de diminuer les coups de bélier, il peut quelquefois les exagérer jusqu'à provoquer la rupture de la conduite, il donne une autre solution fort élégante qu'on a trouvée à ce difficile problème.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Thomas (V.), *Docteur ès sciences, Préparateur de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Les Phénomènes de Dissolution et leurs applications.** — 1 vol. in-8° de 197 pages, 37 figures. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). (Prix: 2 fr. 50) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Qu'est-ce qu'un phénomène de dissolution? Si l'on cherche une définition qui comprenne réellement tous les cas à propos desquels on emploie le mot de dissolution, je ne crois pas qu'on puisse arriver à une formule autre que la suivante: les phénomènes de dissolution comprennent toutes les transformations d'un système hétérogène en système homogène. Il suit immédiatement de là que l'étude de la dissolution ne peut être considérée comme formant un chapitre à part dans la Mécanique chimique; et, en fait, dans les publications les plus récentes et les plus autorisées, notamment celles de M. Duhem, Van't Hoff, Ostwald, Baneroff, etc., on ne trouve aucune séparation entre les phénomènes de dissolution et les autres équilibres chimiques.

L'ouvrage que vient de publier M. Thomas n'est relatif qu'à un certain nombre de points particuliers: c'est le résumé de Mémoires récents et importants, relatifs aux dissolutions; ces Mémoires sont, en particulier, ceux de M. Etard sur les solutions saturées des sels métalliques; de M. Le Châtelier sur la forme théorique des courbes de solubilité, sur la fusibilité des mélanges salins et des alliages métalliques; de M. Raoult sur la congélation et la vaporisation des solutions, etc.

On peut adresser à cette compilation deux reproches: le premier, c'est de manquer de critique au point de ne pas même signaler, lorsqu'il y a lieu, les contradictions qui existent entre les conclusions de deux mémoires analysés dans des chapitres différents; le second, c'est d'être fort incomplète; on ne peut comprendre, en particulier, que l'admirable série de recherches expérimentales due à M. Bakhuis Rozeboom et à ses élèves soit passée sous silence dans un ouvrage de ce genre.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

Pouget (Isidore), *Agrégé de l'Université, Chef des Travaux pratiques à la Faculté des Sciences de Rennes.* — **Recherches sur les sulfo et les sélénio-antimonites** (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure in-8° de 68 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Dans les recherches qui font la matière de sa thèse, M. Pouget a étudié les solutions que forme le sulfure d'antimoine lorsqu'on le met en présence des sulfures alcalins ou alcalino-terreux, et aussi les cristaux que ces solutions déposent. — Par la préparation de l'ortho-sulfoantimonite de potassium, qu'il a obtenu, se trouve complétée la série dont trois termes (méta, pyro, para) avaient été préparés par M. Bitte. Un sel acide de potassium et un de sodium, obtenus par l'auteur, appartiennent à la série des sels para. Le potassium, qui fournit les combinaisons les plus variées, donne ainsi quatre types distincts. Les sels pyro sont d'une remarquable instabilité: leurs dissolutions aqueuses éprouvent deux décompositions différentes, selon qu'elles sont chauffées ou conservées à froid.

Les sels alcalino-terreux, ortho, pyro, méta, sont

étudiés ensuite, puis divers sels des métaux lourds, argent, zinc, manganèse, plomb, fer. Les sels de cuivre et de mercure donnent lieu à des phénomènes particuliers de réduction.

Le sélénium peut former plusieurs combinaisons analogues aux précédentes, en se substituant au soufre en tout ou en partie.

Rien de pareil ne se produit pour le tellure, comme l'auteur s'en est assuré. C'est une nouvelle raison de regarder comme inexact le classement du tellure à côté du sélénium: la conclusion des recherches de M. Metzner se trouve ainsi confirmée.

On trouvera dans ce travail, exposée avec clarté, et appuyée constamment d'analyses exactes, la préparation méthodique de sulfo-sels, dont la plupart sont cristallisés. L'auteur s'y est constamment préoccupé d'opérer dans des conditions exactement définies, et d'appliquer l'analyse tant aux précipités qu'aux liqueurs où ces précipités se forment.

L. PIGEON,
Professeur adjoint à l'Université de Dijon.

Oppenheimer (Carl). — **Die Fermente und ihre Wirkungen.** — 1 vol. in-8° de viii-329 pages. (Prix: 10 mk.) F. W. Vogel, éditeur, Leipzig, 1901.

Le livre de M. Oppenheimer n'est pas comparable au remarquable ouvrage publié, il y a deux ans, par M. Duclaux sur «les diastases, les toxines et les venins». Ce n'est point, comme ce dernier, une œuvre de puissante critique et de haute originalité, mais un travail de savante et minutieuse bibliographie.

Il est divisé en deux parties: la première traite des propriétés générales des ferments solubles; la seconde est consacrée à l'étude particulière des diastases et des oxydases. Elle renferme, en outre, intercalée çà et là, la description sommaire d'un certain nombre de fermentations: fermentation de l'urée, fermentation lactique, acétique, etc. L'auteur a fait ces intercalations dans l'hypothèse — très probable, mais trop souvent encore à vérifier, — que les microbes agissent par l'intermédiaire des ferments solubles qu'ils sécrètent. C'est, en outre, une manière pour lui de ramener tous les processus fermentatifs à une conception unique, conception qu'on trouve résumée, en quelque sorte, dans les propositions suivantes:

Un ferment est le substratum matériel d'une forme d'énergie particulière, produit par les cellules vivantes et plus ou moins adhérent à celles-ci. Cette énergie est capable, sans entraîner la destruction du ferment, de provoquer le dégagement de l'énergie latente de certaines substances et leur transformation en énergie cinétique, de telle manière que la substance nouvellement produite, ou la somme des substances nouvellement produites, possède une énergie latente plus petite que la substance originelle. Le ferment agit d'une manière spécifique, c'est-à-dire que chaque ferment exerce son activité seulement sur des substances dont la constitution et la structure stéréochimique sont tout à fait déterminées.

Cette conception est, il faut le reconnaître, assez vague en ce qui touche la nature même des ferments solubles. Comment doit-on comprendre, en effet, qu'un tel ferment soit le substratum d'une énergie particulière? Pour le reste, elle a le tort de négliger l'action réversible des ferments, action extrêmement importante à plus d'un titre, et dont au moins un exemple avait été mis en évidence, bien avant l'apparition du livre, par les expériences de Hill.

Malgré cela, le livre de M. Oppenheimer est encore un livre utile. On y trouve, en effet, rassemblés et coordonnés, la plupart des innombrables travaux publiés jusqu'ici sur les ferments et la fermentation. Près de 1300 Mémoires y sont cités et, en le consultant, on s'épargnera bien des peines, même au seul point de vue de la recherche bibliographique.

Gabriel BERTRAND,
Chef de Service à l'Institut Pasteur.

Mathieu (L.), *Agrège de l'Université, Directeur de la Station œnologique de Beaune (Côte-d'Or). — Etudes sur la Conservation des Vins mousseux.* — 1 vol. in-8° de 96 pages, avec figures (Prix : 6 fr. 50) Dujardin, éditeur, 24, rue Pavée-au-Marais, Paris, 1901.

La préparation des vins mousseux donne lieu à de nombreux succès. Tantôt il se produit des modifications anormales de la saveur et du bouquet du vin, — modifications dues soit à la nature du vin, soit à celle des bouchons ou des bouteilles. Tantôt le gaz ou le vin s'échappent en partie et le vin perd la propriété de mousser. Tantôt enfin, et cette cause est la plus fréquente, le vin se trouble ou donne des dépôts.

Les causes de ces divers accidents sont très nombreuses et elles sont peu connues. M. Mathieu s'est efforcé d'en signaler le plus grand nombre en les groupant méthodiquement. Son travail sera donc lu utilement par les industriels se livrant à la fabrication des vins mousseux, qui ne s'appuient trop souvent que sur des données empiriques pour remédier aux accidents de fabrication. La connaissance théorique des causes des troubles que l'on observe dans les vins mousseux est d'un grand secours dans la pratique, car, si elle n'indique pas avec précision le remède, elle montre la voie dans laquelle il convient de le chercher. Il faut, en effet, en vinification comme dans toutes les industries, que les enseignements de la Science soient mis à profit pour que la pratique progresse.

X. ROCQUES,
Ingénieur-Chimiste,
Ancien Chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

3° Sciences naturelles

Chalon (Paul-F.), *Ingénieur des Arts et Manufactures. — Recherche des eaux souterraines et Captage des sources.* — 1 vol. de 195 pages. (Prix relié : 4 fr.) Charles Béranger, éditeur, Paris, 1900.

L'auteur a réuni, sous une forme commode, une foule de renseignements pratiques sur la recherche et le captage des sources, sur les eaux artésiennes, la construction des puits, les caractères des eaux potables. Ces chapitres techniques sont précédés de notions théoriques sur les lois générales de l'hydrologie souterraine, exposées avec beaucoup de clarté et d'une manière attrayante. Le premier chapitre renferme des données trop sommaires sur la stratigraphie générale. Quelques exemples concrets, empruntés de préférence au bassin de Paris, n'eussent pas été déplacés, de même que des conseils pratiques pour la lecture d'une carte géologique. Car il ne faut pas oublier que la première condition à remplir dans les recherches d'eau, c'est d'acquiescer préalablement des connaissances très précises sur la structure géologique de la région.

EMILE HAUG,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

De Montille (M^{lle} S.-N.), *Agrégée de l'Enseignement secondaire des jeunes filles. — Notions de Botanique pour l'Enseignement secondaire des jeunes filles.* — 1 vol. in-16 de 336 pages avec 345 gravures. (Prix, cartonné : 2 fr. 50.) F. Alean, éditeur, Paris, 1901.

Bien que la *Revue* n'ait pas à rendre compte des traités tout à fait élémentaires, nous croyons devoir signaler ici ce petit ouvrage en raison des qualités didactiques qui le distinguent de la plupart des manuels de Botanique pour les classes de l'enseignement secondaire.

Laisant de côté quelques assertions comme celles-ci : Les végétaux « ne possèdent ni la faculté de sensibilité, ni celle du mouvement volontaire », nous insisterons uniquement sur l'esprit hautement pédagogique de ce petit livre. Allant du connu à l'inconnu, du complexe au simple, l'auteur procède constamment par analyse, commence par appeler l'attention du lecteur sur les

faits d'observation courante, lui met sous les yeux les végétaux dont elle va lui parler, lui apprend à en discerner les différents organes et à reconnaître les fonctions de chacun d'eux, déroule enfin devant lui le tableau du monde végétal en décrivant, avec figures à l'appui, les principaux types, — les plus vulgaires spécimens — des diverses familles naturelles. En chacune elle consacre quelques indications particulières aux espèces cultivées ou usitées dans l'industrie ou en Pharmacie.

L. O.

Maige (Albert), *Préparateur à la Sorbonne. — Recherches biologiques sur les Plantes rampantes (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris).* — 1 brochure in-8° de 116 pages, avec 4 pl. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*, 8^e Série, Bot., XI, Paris, Masson, 1901.

A en croire l'auteur, il n'existerait d'autre travail un peu général sur cette question qu'un résumé succinct des différents modes de végétation des plantes rampantes dû à Kerner (*Pflanzenleben*, 1888 ; en effet, le savant autrichien a bien observé et bien décrit ce qu'il a vu ; mais pourquoi M. Maige s'arrête-t-il à la première édition de l'ouvrage de Kerner ? Quoi qu'il en soit, il est vrai que la structure et la physiologie spéciale des plantes rampantes n'ont pas fait l'objet d'une étude d'ensemble. M. Maige a demandé à l'expérience comment la pesanteur et la lumière agissent sur elles. Il nous semble qu'il aurait dû prétendre à des conclusions plus positives et attendre, pour les formuler, d'avoir fait faire quelque progrès à la question.

Nous nous contentons de reproduire textuellement les résultats généraux de ce travail ; le lecteur les appréciera.

« Les plantes qui ont fait l'objet de ce travail forment un groupe biologique que l'on peut déterminer par les caractères suivants : 1° les rameaux rampants sont des rameaux végétatifs ou des rameaux florifères à fécondité atténuée ; 2° les premiers entre-nœuds possèdent une croissance intercalaire rapide ; le bourgeon terminal présente par suite un aspect caractéristique (bourgeon dissocié) ; 3° les nœuds sont munis de racines adventives. La production de ces racines est un caractère héréditaire, c'est-à-dire que les racines adventives se développent même si la tige ne repose pas sur le sol ; 4° la cause de la reptation est due au géotropisme transversal.

« L'étude de l'action de la lumière diffuse sur les plantes montre que ce facteur favorise la production de rameaux rampants et peut faire apparaître, jusqu'à un certain point, les différents caractères qui déterminent ces plantes chez des rameaux qui ne les présentent pas d'ordinaire. Je suis donc conduit à émettre cette hypothèse que les plantes à rameaux rampants du groupe étudié dans ce travail ont dû se former primitivement sous l'action d'une lumière atténuée. Ces plantes possèderaient ainsi une origine analogue à celle que l'on attribue d'ordinaire aux plantes grim-pantes.

« Dans le groupe des plantes rampantes, délimité comme il a été dit, on peut distinguer plusieurs degrés d'adaptation. Un certain nombre de plantes ont gardé simplement, en dehors des caractères généraux du groupe, les caractères végétatifs. Ce sont des plantes faiblement adaptées.

« En partant de ce groupe, la différenciation s'accroît dans deux voies différentes ; un certain nombre de plantes ont subi sans doute profondément l'action du sol, à la surface duquel elles se développent et qui les recouvre partiellement ; elles ont acquis des caractères analogues à ceux des tiges souterraines. D'autres ont subi plutôt l'influence profonde de la lumière diffuse, elles ont donné des rameaux étiolés, allongés et amincis, dont la forme et la structure se rapprochent de celles des rameaux grimpants. Cette ressemblance morphologique et anatomique entre tout un groupe de

plantes rampantes et les plantes grimpantes *semble indiquer une communauté d'origine*, et c'est là encore un fait à l'appui de l'hypothèse que j'ai énoncée, car on s'accorde généralement à attribuer à l'action de la lumière diffuse la formation des rameaux grimpants.

« Certaines plantes ont des rameaux horizontaux, en général souterrains, mais qui parfois sortent du sol en donnant des rameaux rampants aériens. D'autres ont des rameaux rampants aériens qui se transforment en rameaux souterrains.

« Ces plantes forment transition vers le groupe des plantes à dragons. Elles montrent qu'il y a une étroite analogie entre ces dernières et les plantes rampantes; il est très vraisemblable de supposer que ces deux groupes ont la même origine et proviennent du grand développement des organes végétatifs, résultant de l'affaiblissement de la fécondité sous l'action de la lumière diffuse.

« La lumière atténuée a donc pu constituer un facteur puissant de transformation et jouer, dans l'évolution des végétaux, un rôle beaucoup plus considérable que celui qui lui est attribué généralement. »

C'est tout.

C. FLAHAULT,

Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

Sully (James). — *Etudes sur l'Enfance* (Traduction de M. A. MOXOD, avec une Préface de M. G. COMPAYRÉ). — 1 vol. in-8° de xxxii-354 pages, avec 52 figures (Prix : 10 Fr.) F. Alcan, éditeur, Paris, 1900.

M. Baldwin, dans le beau livre qu'il a consacré au développement mental de l'enfant, et que nous avons analysé ici même, s'était surtout attaché à « expliquer » sa structure psychologique. M. J. Sully, persuadé, et peut-être à très juste raison, qu'il ne faut pas se préoccuper trop vite d'interpréter les faits, mais d'abord et surtout de les bien connaître, a eu pour objet essentiel de nous donner des descriptions précises et fidèles des manifestations les plus caractéristiques et les plus importantes des premières phases de la vie mentale. L'expérimentation, qui tient une si large place dans le livre classique de Preyer, et à laquelle Baldwin lui-même a eu plus d'une fois recours pour contrôler l'exactitude de certaines de ses théories, est ici reléguée tout à fait à l'arrière-plan; la méthode dont M. Sully s'est presque exclusivement servi, c'est la méthode d'observation: il a mis à profit les observations systématiques des psychologues et des éducateurs qui se sont consacrés spécialement à la *Child-study*, en les confrontant constamment avec les siennes propres et en les contrôlant par de méthodiques rapprochements avec les observations occasionnelles que lui ont communiquées les parents et les maîtres et ces multiples traits que l'on peut relever dans les autobiographies et les souvenirs d'enfance.

M. Sully n'a pas prétendu écrire un traité complet de Psychologie infantile, pareil à celui dont M. Compayré a enrichi, il y a quelques années, la littérature scientifique de langue française. Son livre est, en réalité, un recueil d'études détachées et dont chacune pourrait à la rigueur se suffire à elle-même, ce qui explique la disproportion qui existe entre les divers chapitres, qui sont de très inégale étendue. Mais il y a entre toutes ces études un lien organique et elles forment un tout complet et cohérent: toutes, elles ont pour objet essentiel de mettre en lumière « l'originalité » de la psychologie infantile et de faire comprendre à quel degré diffère de celle de l'adulte la structure mentale de l'enfant au cours des premières années de sa vie.

L'étude de l'âme de l'enfant est, si l'on peut dire, par définition, l'étude d'un développement. Mais, tandis que Baldwin songe surtout à se servir de la connaissance des phénomènes qui constituent sa trame, pour expliquer les lois qui régissent les processus psychiques de l'adulte, M. Sully les examine en eux-mêmes et pour eux-mêmes, il essaie de penser avec l'enfant et, comme

lui, de réaliser en sa conscience l'état d'esprit où l'enfant se trouve placé et de jeter sur le monde le même regard qu'il y jette. Le résultat, c'est qu'en raison même des différences qui séparent l'adulte de l'enfant, dans ce livre tout descriptif cependant et dont les théories explicatives ont été bannies pour la plupart, beaucoup d'hypothèses implicites ont trouvé place, et, bien souvent, ce sont des hypothèses invérifiables, puisque l'introspection ne peut plus nous fournir ici l'aide précieuse qu'elle nous donne pour l'intelligence de la psychologie de l'adulte. Il importe, toutefois, de relever l'excellent parti que M. Sully a su tirer des matériaux que lui fournissaient l'Ethnographie comparée et l'étude de la religion et de l'art des non civilisés: il a trouvé là des termes de comparaison qui lui ont facilité la compréhension de plus d'une démarche de l'imagination et de la balbutiante raison de l'enfant.

L'ouvrage se divise en neuf livres: le premier est consacré à l'étude des relations qui existent chez l'enfant — chez le très jeune enfant en particulier — entre les sensations actuelles et les images encore confuses et indécises qui peuplent son esprit. Il insiste sur ce fait que l'imagination de l'enfant n'est jamais purement plastique et passive, mais toujours créatrice et inventive quelque peu dans ses perceptions. La part qui revient aux images dans ses représentations des choses est bien plus considérable que chez l'adulte; aussi sont-elles dans une large mesure illusoires. Tous les objets subissent des transformations profondes dans sa conscience: il ne voit pas ce que nous voyons, il n'entend pas ce que nous entendons; il discerne mal le passé du présent et extériorise sans cesse ses images internes. Nulle part cette activité de l'imagination créatrice ne se révèle plus clairement que dans les jeux de l'enfant; aussi M. Sully a-t-il fait à leur étude une très large place dans cette section de son livre: il s'est attaché à déterminer la part qui revient à l'imitation dans les scènes que joue l'enfant et dans l'attitude qu'il a envers ses jouets et celle qui revient à l'invention; il a montré que le jeu était, plus encore qu'une activité sociale, un moyen d'objectif, de traduire en actes des représentations, de les rendre pour soi-même tangibles et réelles. Aussi est-il pris au sérieux par l'enfant et constitue-t-il un très efficace agent de développement mental. M. Sully étudie, en ce même chapitre, les mythes enfantins et le monde de fictions où se complait l'esprit de l'enfant et qu'il construit avec les histoires qu'on lui a contées et ce que lui a appris de l'Univers sa courte et obscure expérience. Mais ce serait une grande erreur que de se représenter l'enfant comme voué à vivre, sans en sortir jamais, au pays bleu de féerie; il est très réaliste à sa manière et cherche à comprendre ce qu'il voit, parce qu'il a besoin de comprendre pour agir. Il ne s'attache, d'ailleurs, dans les objets, qu'à ce qui l'intéresse, il ne voit d'eux que le trait qui a pour lui quelque valeur, — et c'est ainsi que, tout naturellement et sans le chercher, il fait des abstractions. Les objets concrets sont assimilés les uns aux autres et rangés en larges classes ou minutieusement distingués, suivant qu'il est de son intérêt de les discerner avec une précision plus ou moins grande. L'acquisition de souvenirs nets et bien classés est la condition même de l'exercice de la raison, et il semble que ce soit ce besoin et ce désir passionné de comprendre qui fassent l'enfant attentif et lui permettent de retenir ce qu'il voit et de supposer dès lors des rapports entre les choses, des liaisons. Il se représente tout d'abord ces lois des choses sous forme mythique; toutes ses explications, pareilles en cela à celles des premiers hommes, transforment la nature en un ensemble de vivants semblables à lui. Mais les explications qu'il se donne à lui-même ne tardent pas à ne plus le satisfaire, et vient alors l'âge des questions. Il interprète à sa manière, et par analogie avec ce qu'il sait déjà ou croit savoir, les réponses qu'on lui fait; rien n'est plus curieux que les conceptions qu'il se forme alors de la Nature, que ses idées sur lui-même et sur Dieu. M. Sully a consacré à cette cosmologie, à

cette psychologie et à cette théologie enfantines, l'une des meilleures parties de son livre.

L'évolution de la pensée enfantine peut être étudiée, d'ailleurs, avec une assez grande précision, parce qu'elle se reflète dans l'évolution parallèle que suit le langage enfantin. Nulle, peut-être, des multiples questions qui se rapportent au développement mental de l'enfant n'a été plus étudiée ni mieux que celle du langage; aussi M. Sully ne nous apporte-t-il que bien peu de chose sur ce point qui soit vraiment nouveau, mais son très long chapitre constitue un excellent résumé des travaux antérieurs. Il examine tour à tour la formation des mots articulés, les transformations phonétiques et sémantiques que les enfants font subir aux mots du langage des adultes, le rôle joué par l'analogie dans ces altérations linguistiques, la construction des phrases, les déformations imprimées au sens des phrases par certaines associations d'idées: les exemples sont nombreux et bien choisis et cette étude mérite de demeurer classique.

Les pages où M. Sully traite de la sensibilité enfantine sont un peu rapides et fort incomplètes; l'auteur s'est d'ailleurs borné à faire l'étude d'une seule émotion, celle de la peur: il passe successivement en revue les diverses formes de peur (peur des sons, peur des choses visibles, peur des animaux et peur de l'obscurité). Les remarques originales abondent en ce chapitre, dans la première et la dernière sections surtout, et les faits curieux; il convient de noter au passage la tendance de certains enfants à transformer l'obscurité en une personne ou une chose. M. Sully a relevé d'intéressants rapprochements entre les peurs des enfants et celles des sauvages et des neurasthéniques et psychasthéniques.

Dans les deux chapitres suivants, l'auteur traite de la formation du sens moral et social chez l'enfant; il étudie successivement les sentiments égoïstes et leur relation avec la colère, la genèse des sentiments altruistes et leur conflit avec les instincts brutaux et dominateurs originels, les mensonges et les formes dominantes qu'ils revêtent dans la conscience enfantine, l'attitude de l'enfant vis-à-vis de l'autorité, ses luttes contre les personnes et sa docilité devant la règle et la coutume, la formation du sentiment de la justice.

Les dernières parties du livre sont consacrées à l'esthétique de l'enfant. Après avoir étudié l'attitude de l'enfant devant les beautés naturelles et les œuvres d'art et recherché comment se constitue et se développe chez lui le sentiment esthétique, M. Sully traite de ses premières tentatives artistiques, qui nous éclairent beaucoup mieux que des paroles sur sa conception du beau, et manifestent les relations qui unissent au plaisir du jeu les essais encore gauches et hésitants pour représenter plastiquement les objets. Des pages fort intéressantes sont consacrées à la parure et aux histoires inventées par les enfants; mais, la partie essentielle de ce chapitre, c'est l'examen méthodique des dessins d'enfants, qui remplit, à lui seul, toute une section de l'ouvrage, la plus riche en faits nouveaux et en déductions originales. Ce n'est pas seulement, d'ailleurs, sur la genèse et l'évolution du sentiment esthétique, mais sur celle de la pensée que nous éclaire cette analyse des conceptions et des procédés graphiques de l'enfant. De multiples et fécondes comparaisons sont instituées entre ces dessins et ceux qu'exécutent les sauvages. De très nombreuses illustrations rehaussent la valeur de ce beau travail.

La préface de M. Compayré est une utile et intéressante « revue » de l'état actuel des études relatives à la psychologie de l'enfant, et un court exposé critique des méthodes en usage. Les douze dernières pages sont remplies par des observations et des réflexions sur l'enfant dessinateur, qui complètent sur certains points la suggestive étude de M. Sully.

L. MARILLIER,

Agrégé de l'Université,
Maître de Conférences à l'École pratique
des Hautes-Études.

4° Sciences médicales

Nicolle (M.), Directeur de l'Institut impérial de Bactériologie de Constantinople. — *Eléments de Microbiologie générale*. — 1 vol. in-18 de 342 pages avec figures. (Prix: 4 fr.) O. Doyn, éditeur. Paris, 1901.

La Microbiologie tient aujourd'hui une telle place dans la Médecine qu'il ne faut pas s'étonner si, par une juste réciprocité, la Physiologie tend à son tour à en prendre une de plus en plus importante dans ce que l'on est convenu d'appeler la Microbiologie générale. Pour mieux dire, la microbiologie, après avoir renouvelé toutes nos idées en matière de Pathologie, est devenue le point de départ d'une conquête physiologique qui ne saurait se comparer, comme importance, qu'à la découverte de la circulation du sang, par exemple. Tout le monde comprend que nous voulons parler de la phagocytose et de l'œuvre de M. Metchnikoff et de son école. L'ouvrage de M. Nicolle met bien en lumière cette évolution. Il se divise en deux parties. La première, que l'on pourrait appeler l'ancienne Microbiologie générale, est consacrée aux microbes et à leurs fonctions. Nous retrouvons là les premières notions, dues à Pasteur lui-même, sur les microbes, leur nature, leur place dans la classification, leur nutrition, le pouvoir-ferment et l'équation chimique des principales fermentations; puis, les chapitres consacrés aux sécrétions des microbes et aux propriétés générales des diastases, aux toxines, à la virulence et à ses variations, préparent à mieux comprendre le rôle pathogène des microbes, qui fait l'objet de la seconde partie.

Ici l'auteur, adoptant franchement la seule marche logique et conforme à l'état actuel de la science, place au premier plan l'étude de la fonction phagocytaire. Il décrit les phagocytes au point de vue anatomique d'abord, puis au point de vue physiologique; il passe en revue leurs diverses propriétés: motilité, sensibilité chimique et tactile, migrations; il ne manque pas d'insister sur leur fonction digestive, la plus importante de toutes, et sur les diverses sécrétions qui en sont le corollaire; ainsi se trouve mise au point la délicate question des substances bactéricides, des lysines, des alexines, des agglutinines. Nous assistons ensuite à la lutte de ces phagocytes contre les microbes: c'est le chapitre consacré à l'infection et à l'inflammation. Puis, vient la grosse question de l'immunité; l'auteur établit dès l'abord une distinction bien tranchée entre ces deux genres d'immunité: l'immunité contre les microbes et l'immunité contre les toxines, distinction qui seule peut donner la clé de tant de faits et de tant d'expériences que leurs auteurs mêmes n'ont pas toujours su interpréter correctement. Cette distinction, M. Nicolle ne la perd pas de vue en traitant des divers modes de production de l'immunité: immunité naturelle ou acquise, spécifique ou non spécifique, conférée par la maladie, par l'hérédité, par la lactation. Il complète cet exposé très clair par un résumé des travaux les plus récents, relatifs à la formation des anticorps; c'est en quelque sorte la partie documentaire et justificative de l'ouvrage. Enfin nous trouvons pour terminer, car l'auteur a eu le souci d'être complet en un petit nombre de pages, un aperçu sur les maladies infectieuses des plantes, chapitre nouveau de cette microbiologie générale, née d'hier, et qui sera demain la véritable pathologie générale.

La brève analyse que nous venons de donner permet au lecteur de se rendre compte de l'excellence du plan suivi par M. Nicolle, aussi bien que de son originalité et de la nouveauté des matières traitées qui, pour une grande part, se trouvent pour la première fois réunies en un corps de doctrine. Cet ouvrage, nous dit la préface, reproduit une fraction de l'enseignement que M. Nicolle donne aux élèves de l'Institut impérial de Bactériologie de Constantinople; à coup sûr, enseignement et professeur honoreraient n'importe quelle Faculté de France ou d'ailleurs.

Dr RÉMIS,
Attaché à l'Institut Pasteur.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

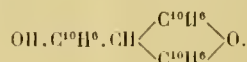
Séance du 25 Mars 1901.

M. Paul Sabatier est élu Correspondant dans la Section de Chimie, en remplacement de M. A. Haller, élu membre de l'Académie. — M. Davidon est élu Correspondant pour la Section de Géographie et de Navigation, en remplacement de M. A. David, décédé.

1. SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. de Jonquières présente une petite rectification à une note précédente sur les réduites caractéristiques d'une équation. — M. G. Mittag-Leffler envoie une note sur une formule de M. Fredholm relative aux étoiles de convergence. — M. H. Padé donne l'expression générale de la fraction rationnelle approchée de $(1+x)^m$, et en tire quelques conséquences. — M. C. Maltézos a étudié les séries de monticules de poussière ou de sable fin qui se forment sur le fond de la mer d'une plage par temps calme; ils sont dus à l'interférence des ondulations de l'eau qui vient avec celles réfléchies par le rivage; ce sont donc des lignes nodales. On peut reproduire ce phénomène dans un vase, et l'auteur l'a observé également sur la terre à la suite de l'action des vents.

2. SCIENCES PHYSIQUES. — M. Bordier communique une nouvelle théorie de la machine de Wimshurst sans secteurs. — M. C. Tissot a mesuré la période des ondes utilisées dans la télégraphie sans fil par la méthode de Feddersen. La période varie avec la longueur de l'antenne et celle de l'étincelle; les périodes mesurées variaient entre $0,6 \times 10^{-6}$ et $1,8 \times 10^{-6}$ seconde. — M. Brauer donne la description du télégraphe Ritchie, appareil destiné à transmettre l'écriture et, d'une façon générale, tout dessin ou tracé linéaire, à une distance quelconque, en utilisant les lignes téléphoniques à deux fils. — M. H. Becquerel a recherché si les diverses parties du rayonnement du radium donnent également des rayons secondaires. Le rayonnement non déviable et très absorbable provoque des rayons secondaires faibles; les rayons déviables en provoquent avec une intensité d'autant plus grande, qu'ils sont plus déviables et plus absorbés. Les rayons non déviables et très pénétrants donnent naissance à des phénomènes secondaires intenses. — MM. P. Curie et A. Debierne montrent que la présence des gaz joue un rôle dans la propagation de la radio-activité induite, car dans le vide parfait cette propagation n'a pas lieu. — M. A. Nodon a observé que des rayons X prennent naissance sous l'influence simultanée de radiations ultra-violettes et d'un champ électrique: les rayons X peuvent donc être produits directement dans l'air et en dehors du vide de Crookes. — M. L. Benoist a fondé une méthode de détermination des poids atomiques sur les lois de transparence de la matière pour les rayons X. Cette méthode, appliquée à l'indium, assigne à ce corps le poids atomique 113,4, identique à celui trouvé récemment par MM. Chabrie et Reugade au moyen des méthodes chimiques. — M. A. Ponsot, étudiant la chaleur spécifique d'un mélange gazeux de corps en équilibre chimique, montre que le système dont la formation accroît le volume du mélange, et qui déplace l'autre quand le volume croît, est aussi celui qui tend à composer seul le mélange gazeux lorsque la température croît au delà de toute limite, que la pression reste constante, ou que le volume soit invariable. Sa formation accroît la chaleur spécifique du mélange, et l'accroissement est plus grand sous pression constante que sous volume constant. — M. M. Berthelot a examiné un métal ayant servi à l'incrustation d'un étui égyptien antique; ce

métal est constitué par du platine, allié à d'autres minéraux de la mine de platine. — M. Berthelot a étudié les relations électrochimiques des états allotropiques de l'argent. Si l'on plonge, dans une solution de nitrate d'argent, des électrodes formées d'un côté par de l'argent en feuilles, de l'autre par l'une des quatre modifications allotropiques, on observe un courant immédiat, qui baisse ensuite jusqu'à devenir nul, probablement par suite d'une modification de la surface de l'électrode. — M. A. Gautier, en chauffant en tube scellé de l'eau et des roches ignées pulvérisées, a obtenu une solution identique aux eaux sulfureuses naturelles. Il est probable que les gaz réducteurs qui se forment dans l'action de la vapeur d'eau sur les poudres de roches, agissent sur les silicates pour former, en présence du soufre des sulfures métalliques, des sulfosilicates et des oxy-sulfures, qui se décomposent ensuite facilement par l'eau. Les eaux sulfureuses naturelles doivent avoir la même origine. — M. H. Pélabon étudie l'action de l'hydrogène sur le réalgar et la réaction inverse, et l'influence de la température et de la pression sur le phénomène. — M. M. Delépine a déterminé les chaleurs de formation des acétals et des composés isomères. La comparaison montre la différence thermique qui existe entre un corps dérivé d'une seule chaîne carbonée et un corps dérivé de plusieurs chaînes carbonées, réunies par l'oxygène, susceptibles en général de se disjoindre par fixation d'eau. — M. G. Massol a étudié thermiquement les trois acides oxybenzoïques, les trois acides nitro-benzoïques, les acides *o*-chloro et iodo-benzoïques et les acides *o*- et *p*-bromo-benzoïques. — M. P. Lemoult présente des observations qui confirment la généralité de la loi des auxochromes; l'étude des déformations des spectres d'absorption avec la dilution permettra de lui donner un énoncé plus absolu. — M. J. Bougault, par oxydation de l'anéthol, a obtenu successivement les corps suivants: l'aldéhyde correspondant, puis l'acide correspondant, puis la paraméthoxyacétophénone, puis l'acide paraméthoxyphénylglyoxylique, puis l'acide anisique. — MM. Halter et Guyot, par nitration de l'acide diméthylamido-benzoïlbenzoïque, ont préparé l'acide mononitré correspondant, renfermant le groupe nitro en ortho par rapport au groupe diméthylamidé. Cet acide donne, avec la diméthylaniline, la diméthylanilinephthaléine mononitrée, qui peut être réduite en amidodiméthylanilinephthaléine. — M. R. Fosse, en appliquant la réaction de Baeyer à un mélange de β -naphitol et d'aldéhyde oxynaphthoïque, a obtenu le naphtylalnaphtyloxynaphtylméthane:



L'auteur en a préparé les éthers, et montre qu'il possède la constitution d'un naphtylol-dinaphthopyrane. — M. J. Hamonet a réduit le dibromo ou le diiodobutane par le zinc, dans l'espoir d'arriver au tétraméthylène. En présence de l'alcool, on obtient du butane: il y a donc eu hydrogénation. En l'absence de tout corps étranger, il se forme de l'éthylène. La chaîne tétraméthylénique est donc fort instable. — MM. L. Vignon et F. Couturier ont constaté que l'augmentation de la richesse du grain de blé en gluten se fait très lentement pour des augmentations notables d'engrais azotés. D'autre part, l'augmentation des engrais phosphatés produit une diminution progressive dans la teneur du grain en azote.

3. SCIENCES NATURELLES. — M. H. Stassano a trouvé,

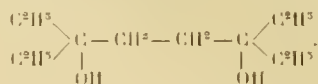
dans la sérosité sanguinolente qu'on retire par ponction du ganglion satellite du chancre des syphilitiques, des corps mobiles, parfois très abondants, qui, dans les préparations fixées et colorées, ont les caractères des infusoires flagellés du sous-groupe des Monadines. — M. S. Leduc a constaté que la courbe de l'ascension thermométrique offre un moyen simple, facile et très sensible d'apprécier l'intensité des combustions organiques dans les différents états physiologiques et pathologiques. — M. Aug. Charpentier a étudié les caractères de la conduction musculaire des excitations électriques dans les muscles de la cuisse chez la grenouille. Il a retrouvé, comme dans la conduction nerveuse, l'existence de deux ondes : l'une lente, l'autre rapide. — M. André Broca étudie les variations de l'acuité visuelle avec l'éclairage et l'adaptation. Pour les éclaircissements élevés, l'acuité visuelle diminue par l'adaptation à l'obscurité. — M. J. Kunckel d'Hercule établit qu'il y a dans l'ancien continent un grand Acridien migrateur, le *Schistocera peregrina* Olivier, dont l'aire de dispersion s'étend au-dessus de l'Équateur, dans le nord de l'Afrique et le sud de l'Asie; de même, il existe dans le nouveau continent un grand Acridien migrateur, le *S. americana* Drury, dont l'aire de dispersion s'étend au-dessus et au-dessous de l'Équateur. Il est impossible que l'un de ces *Schistocera* ait pu traverser l'Atlantique. — MM. L. Ravaz et A. Bonnet ont comparé des rameaux de vigne, foudroyés naturellement et artificiellement, avec des rameaux dits atteints de gélivure. Ils ont constaté que les altérations qu'ils portent sont identiques, et qu'elles sont dues uniquement à la fondre. Il en résulte que la gélivure doit être rayée de la liste des maladies microbiennes de la vigne. — M. P. Choffat a pu constater, dans un gisement des environs de Lisbonne, que la teschénite est d'âge incontestablement tertiaire.

Séance du 1^{er} Avril 1904.

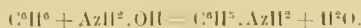
4^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Mascart signale que le bolide dont il a observé l'apparition le 24 septembre dernier près d'Angoulême, a été aperçu presque au même moment par M. L. Havet aux environs de Tours. — M. A. Liapounoff énonce une proposition très générale du Calcul des Probabilités. — M. Servant poursuit l'étude de la déformation du paraboloïde général. — M. M. d'Ocagne indique un théorème qui donne la somme des angles d'un polygone à connexion multiple; il permet de vérifier la somme des angles d'un cheminement topographique quelconque.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Larroque a reconnu que ni dans le son des instruments à archet, ni dans celui de la plupart des instruments de cuivre, l'analyse du timbre ne révèle l'existence d'harmoniques suraigus très énergiques. Le mordant ou l'éclat du son de ces instruments résulte donc de la discontinuité du son. — M. G. Gouy a déterminé les propriétés électrocapillaires de quelques composés organiques en solutions aqueuses. La viscosité électrocapillaire ne dure qu'une ou deux minutes aux dilutions modérées; elle est nulle aux dilutions extrêmes, sauf pour la caféine et l'amgdaline, corps extrêmement actifs. — M. A. Duboin a étudié les propriétés réductrices du magnésium et de l'aluminium sur plusieurs corps; en particulier, l'action de l'aluminium sur l'alumine donne l'oxyde Al^2O . — M. L. Wintrebert a préparé l'osmyloxalate de sodium $OsO_3 \cdot C_2O_4 \cdot 2Na^2O \cdot 2H_2O$ en traitant le peroxyde d'osmium en solution aqueuse par un mélange de bioxalate de soude et d'acide oxalique. Il a préparé également les osmyloxalates d'ammonium, d'Ag, de Ba, de Sr, de Ca. — M. P. Brenans, en faisant agir l'iode dissous dans l'iode de potassium sur une solution alcaline de phénol, a obtenu, dans des circonstances diverses, le diiodophénol-1 : 2 : 4, corps blanc, fusible à 71-72°, et le triiodophénol-1 : 2 : 4 : 6, corps fusible à 156°. — M. Amand Valeur a fait réagir les dérivés organométalliques sur les éthers dérivés des acides bibasiques dans le but d'obtenir des glycols bitertiaires.

Avec l'éther oxalique, il a obtenu le pinacone dérivé de l'acétone ordinaire; avec le malonate d'éthyle, on obtient un alcool non saturé, provenant de la déshydratation du glycol bitertiaire; avec le succinate d'éthyle, on obtient le corps :



MM. Tissier et Grignard, en faisant réagir l'eau sur les dérivés organométalliques $C^2H^{2n+1}Mg^M$, ont obtenu les carbures C^2H^{2n+2} à un état de très grande pureté. L'action du magnésium sur les alcools conduit à des alcoolates, du type $(C^2H^5O)^2Mg$. — M. Ch. Moureu, en faisant réagir l'iode de magnésium-éthyle sur le nitrite d'amyle et sur le nitrométhane, a obtenu dans les deux cas de la diéthylhydroxylamine. Ces faits établissent que les dérivés organomagnésiens réagissent sur les dérivés oxygénés de l'azote et probablement aussi du soufre. — M. E. E. Blaise a reconnu que, dans la réaction d'un dérivé halogéné alcoolique sur le magnésium, en présence d'éther anhydre, on obtient un dérivé étheré d'une stabilité remarquable et de composition $RMgX \cdot C^2H^5^2O$. On peut obtenir des dérivés cristallisés de ce corps par condensation avec certains nitriles. — M. G. F. Jaubert a réalisé une nouvelle synthèse de l'aniline en faisant réagir l'hydroxylamine sur le benzène en présence d' Al^2Cl^6 comme agent de condensation :



MM. E. Jungfleisch et E. Léger rappellent que l'action de l'acide sulfurique dilué sur la cinchonine produit toujours une certaine quantité d'hydrocinchonine. Ils montrent que la cinchonine ordinaire contient toujours un peu d'hydrocinchonine, et que les propriétés qu'on lui a attribuées sont celles d'un mélange. Ils donnent les propriétés de la cinchonine pure. — M. M. Hanriot poursuit l'étude du mécanisme des actions lipolytiques. Les ferments lipolytiques se comportent absolument comme les sesquioxides de fer et d'aluminium, susceptibles de s'unir avec les acides organiques pour former des sels instables aisément dissociables. Il ne serait pas impossible que la lipase fut un sel de fer.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. E. L. Bouvier et H. Fischer décrivent l'organisation interne du *Pleurotomaria Beyrichii* Milg. (spécialement le tube digestif et le système nerveux). — M. P. Lesne signale des phénomènes de variation sexuelle qu'il a observés chez les mâles de certains Coléoptères appartenant à la famille des Bostrychides; il les désigne sous le nom de *parcilandrie périodique*. — M. A. Robert a constaté que les *Trochus conuloides* Lam. et *evasperatus* Penn. ont des pontes agglomérées. Il a pu obtenir le développement complet du *Tr. conuloides* dans des bacs-filtres à fond de sable, ou dans des bacs à fond de grès poreux. — M. E. Bataillon a reconnu que des solutions isotoniques convenables de diverses substances déterminent, sur l'œuf de *Rana temporaria*, les mêmes troubles de l'évolution dans la région du blastopore. L'action tératogène des substances employées est en rapport avec la plasmolyse qu'elles engendrent; elle est mesurée par leur poids moléculaire et leur coefficient isotonique. — M. P. Vigier a étudié l'origine des parosomes ou pyrénosomes dans les cellules de la glande digestive de l'Ecrevisse. Il lui paraît évident que, sous l'influence de l'activité sécrétoire, le nucléole est le seul élément figuré qui émigre dans le cytoplasme pour contribuer à l'élaboration du produit glandulaire. — M. A. Dangeard examine le rôle de la zoospore et du spermatozoïde dans la reproduction sexuelle du *Polytoma fveilla*. — M. René Maire communique de nouvelles recherches cytologiques sur les Hyménozoïtes. *L'Hygrocybe conica* constitue une exception à la loi de la formation des basides établie par Dan-

geard. — M. G. Delaeroix a observé une forme conidienne du champignon du Black-rot (*Guignardia Bidwellii*). Elle se trouve aussi bien sur les sclérotés que sur les pycnides ou les spermogonies. Elle est peu répandue en France. — M. F. Kóvessi a étudié l'influence des conditions climatologiques sur la végétation des sarments de vigne. La chaleur et la lumière sont nécessaires à un bon développement, mais un excès d'humidité suffit pour produire un mauvais aoûtement dans des régions même bien favorisées aux autres points de vue.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Mars 1901.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la Section de Pathologie médicale. M. Joffroy est élu.

M. A. Proust indique la distribution géographique de la peste dans les cinq parties du monde en 1900 et au commencement de 1901. Il donne, pour les principaux centres, l'histoire de la marche de l'épidémie, le relevé des cas et des décès et les mesures prophylactiques employées. — M. Paul Reclus cite un certain nombre de cas où la méthode de Bier (anesthésie par injections intra-arachnoïdiennes de cocaïne) a eu un résultat mortel. Il lui semble qu'à l'heure actuelle on ne doit pas abandonner les autres méthodes d'anesthésie qui ont fait leurs preuves. — MM. A. Robin et M. Binet cherchent à montrer que la tuberculose ne se développe que sur un terrain particulier. L'une de ces conditions de terrain est la déminéralisation organique; la seconde consiste dans une élévation marquée des échanges respiratoires. — M. Chapot-Prévoist lit un travail sur un nouveau xiphopage vivant du sexe masculin. — M. Barette communique une note sur un cas d'appendicite gangreneuse hypertoxique compliqué d'ictère grave mortel.

Séance du 26 Mars 1901.

M. Nocard présente quelques considérations sur la fièvre aphteuse et son traitement, à propos d'une note de M. Jouarre. Cette maladie, qui s'est répandue dans tous les pays de l'Europe, n'a été combattue victorieusement qu'en Angleterre, grâce à des mesures extrêmement rigoureuses. Dans les autres pays, malgré des législations sanitaires souvent excellentes et bien appliquées, elle continue à causer de grands dommages. La découverte de l'agent microbien qui la provoque, et des divers modes de sa propagation permettra probablement de la combattre avec plus de succès. En attendant, tous les traitements qui ont été proposés n'ont guère donné de résultats. — M. J.-V. Laborde, à propos de la discussion sur les injections intra-arachnoïdiennes de cocaïne, rappelle qu'il a publié, il y a déjà dix-huit ans, une étude complète sur l'action physiologique de la cocaïne et de ses sels, laquelle permet de prévoir les dangers des injections ainsi pratiquées : vomissements, céphalée, tremblements, syncope cardio-respiratoire, etc. Il y aurait peut-être lieu de remplacer l'injection intra-arachnoïdienne par l'injection intramusculaire ou intra-abdominale, qui ne présentent pas les mêmes dangers. — M. A. Soret a constaté que l'iodoforme est très opaque aux rayons X, et que, dans la radiographie d'une plaie pansée avec l'iodoforme, les grains de celui-ci produisent des ombres noires, qui pourraient suggérer l'idée de la présence de grains métalliques. Il y a donc lieu, pour les radiographes, de se méfier de l'iodoforme, si souvent employé dans les pansements. — M. A. Proust termine l'étude de la peste en 1900 dans la Colonie du Cap, en Angleterre et à bord de divers navires. Dans beaucoup de cas, les rats et les souris ont servi d'agents de transmission. Le sérum de Yersin s'est montré efficace dans plusieurs épidémies. L'auteur termine en indiquant les mesures nécessaires pour protéger la France contre l'importation de la peste, ou pour y arrêter immédiatement ce

fléau. — MM. J.-V. Laborde et Gibrat communiquent divers cas de rappel à la vie par les tractions rythmées de la langue, sur des personnes ayant subi l'intoxication par l'oxyde de carbone.

Séance du 2 Avril 1901.

M. Panas présente un rapport sur un travail du Dr Lagrange, relatif à quatre cas de guérison de gliomes de la rétine. Ces observations tendent à nous rassurer sur la gravité du pronostic d'une affection en règle générale désespérante et qui conduit les petits sujets à une mort horrible. — M. Panas présente un autre rapport sur un mémoire de M. Aug. Collomb, relatif à un cas d'infection cornéenne due à *Aspergillus fumigatus*. Elle avait probablement pour origine la pénétration dans l'œil de poussières provenant de sacs de cacao secoués par le sujet dans son travail. — M. Brunon pense que, pour empêcher l'écllosion de la tuberculose, il faut s'adresser à ses causes qui sont : l'alcoolisme, le confinement dans les maisons urbaines, la sédentarité dans les ateliers et les collèges, la vie dans les villes, l'ignorance des lois de l'hygiène. Pour parer au plus pressé, enrayer la marche de la maladie et sauver les malades susceptibles de guérison, il suffit de les transporter hors des villes, et de les soumettre à une aération continue. Le sanatorium construit à grands frais n'est pas indispensable pour appliquer ce traitement. Nombre de malades de fortune modeste se guérissent en faisant la cure purement et simplement à la campagne. Les indigents des hôpitaux pourraient bénéficier de la même méthode et être envoyés par l'Assistance publique dans des bâtiments achetés ou loués à la campagne. — M. Lancereaux communique un relevé personnel de 2.192 observations de tuberculose avec la nature des circonstances qui ont préparé le terrain. L'hérédité est peu fréquente et la contagion rare; les deux grandes causes qui favorisent l'écllosion de la maladie sont : 1° les excès de boissons alcooliques et surtout de boissons avec essences (1.229 cas); 2° l'encombrement ou l'insuffisance d'aération et le sédentarisme (651 cas). C'est contre ces deux causes qu'il faut lutter pour enrayer la marche de la tuberculose. — M. Moty lit un travail sur le rôle des oxyures dans l'appendicite. — M. Piéchaud communique une note sur l'extraction, par un électro-aimant, d'un corps étranger métallique situé dans la bronche gauche. — M. Bureau lit un travail sur les strychnos africains et les plantes servant à empoisonner les armes en Afrique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Mars 1901.

M. Wiaeff a constaté que le sérum normal ne donne pas les mêmes réactions locales, générales et leucocytaires que le sérum des animaux immunisés par les blastomycètes pathogènes des tumeurs malignes de l'homme. — M. V. Henri a observé que l'addition de sucre interverti ralentit la vitesse d'inversion du saccharose par la sucrase. Par contre, lorsque, pendant l'inversion du saccharose par la diastase, on ajoute une nouvelle quantité de saccharose, la vitesse d'inversion est augmentée. — M. Ch. Féré a reconnu que l'anomalie du pli d'opposition du pouce coïncide avec une disposition musculaire particulière : l'insertion du muscle adducteur du pouce, au lieu de s'étendre à toute la longueur du métacarpien du médium, ne s'étend qu'à un peu plus de la moitié supérieure de cet os. — M. G. Weiss montre que l'exception apparente des muscles pseudo-penniformes à la loi de l'adaptation fonctionnelle s'explique par la structure particulière de ceux-ci. — M. H. Ribaut a constaté que, chez le chien au repos, sous l'influence de la caféine, il y avait à peu près constamment une surproduction de chaleur. — MM. L. Marchand et Cl. Vurpas ont étudié les lésions du système nerveux central dans l'inanition. Les altérations observées sont surtout des lésions atrophiques portant sur le corps cellulaire et les prolongements. —

M. F. Dévé a observé la transformation directe des scolex en kystes échinococciques. — M. E. Suchard a observé que les cellules endothéliales du tronc de la veine porte ont la forme de pentagones ou d'hexagones assez réguliers. — M. L. G. de Saint-Martin a déterminé l'oxyhémoglobine du sang par la méthode spectrophotométrique ou par le dosage du fer, et a toujours obtenu des résultats d'une rigoureuse concordance. — M. L. Grimbert a reconnu que le *Bacillus tartricus*, cultivé dans une solution de saccharose ou de glucose, produit de l'acétylméthylcarbinol. — M. J. Guiart signale la présence de nombreux helminthes dans divers affections intestinales. Ceux-ci seraient inoffensifs par eux-mêmes, mais en se fixant sur les parois de l'intestin et en les percant, ils livreraient passage aux nombreuses bactéries intestinales. — M. L. Capitan signale un cas de pneumonie franche arrêtée dans son évolution, puis guérie par l'injection de sérum antidiphthérique, suivant la méthode récemment inaugurée par Talamon. — MM. G. Félizet et A. Branca décrivent la structure des cellules interstitielles du testicule oclotique. — M. Ch. Dopfer a produit expérimentalement des névrites par injection de sérum d'urémique au niveau du nerf sciatique de cobayes. Il y a là une indication sur la genèse de certaines paralysies urémiques. — M. R. Oppenheim a recherché le rôle des capsules surrénales dans la résistance de l'organisme à quelques infections. Pour le pneumo-bacille, on observe une résistance plutôt moins grande des animaux décapsulés. Pour le tétanos et le charbon, pas d'influence appréciable. Pour la diphtérie, les animaux partiellement décapsulés survivent plus longtemps que les témoins. — MM. R. Oppenheim et M. Løper décrivent les lésions des capsules surrénales dans quelques infections expérimentales. — M. G. Carrière a constaté qu'il existe, dans les cultures de bacille de Koch, un ferment soluble qui décompose la monobutyryne, analogue ou peut-être identique à la lipase de M. Hanriot. Il n'y a pas de rapport constant entre la teneur d'une culture en ferment et sa virulence.

Séance du 23 Mars 1900.

M. Chaleix-Vivie a reconnu que le bleu de méthylène exerce une action bactéricide remarquable sur le gonocoque. — M. G. Marinesco décrit les lésions des centres nerveux consécutives à l'élongation des nerfs périphériques et crâniens. — MM. A. Laveran et F. Mesnil ont observé le mode de multiplication du trypanosome du *Nagana* (*Herpetomonas Brucei*); c'est une simple division longitudinale. — Les mêmes auteurs établissent que le corpuscule chromatique postérieur des Trypanosomes est de nature centrosomique. — MM. M. Lambert et L. Garnier montrent que l'hyperglycémie chloroformique est due, au moins partiellement, à une action autre qu'un réflexe ayant le poumon pour point de départ; il y a probablement une action sur le foie lui-même. — M. J. Rehms montre que les hémolysines composées, spécialement les alexines, existent à l'état libre et actif dans le sang circulant. — MM. D. Courtade et J. F. Guyon ont étudié l'excitabilité comparée du nerf érecteur sacré et du nerf hypogastrique. — M. J. Cluzet indique deux nouveaux procédés pour la recherche de la bile dans les urines. Ils consistent à mesurer la tension superficielle, soit par la méthode du comptes-gouttes, soit par celle des ascensions capillaires. Un abaissement de la tension normale indique la présence de la bile. — M. H. Vincent a cultivé avec succès le bacille fusiforme dans les milieux organiques liquides, de préférence humains. L'inoculation du bacille sous la peau des animaux donne lieu à des abcès, à des trajets fistuleux et à des foyers de nécrose ulcéreuse. — M. M. Cavalieri indique un procédé simple pour mettre en évidence la perte de substance de la couche d'albumen de l'œuf de poule au niveau de la tache embryonnaire. — M. V. Griffon a constaté que, dans la méningite cérébrospinale à méningocoques de Weichselbaum, les méninges

restent imperméables à l'iodure de potassium, et que celui-ci ne peut-être décélé dans le liquide céphalo-rachidien. — M. G. Le Bon montre que la phosphorescence des êtres vivants paraît être liée à des phénomènes d'hydratation et de déshydratation. — M. G. Carrière a fait l'examen cytoscopique du liquide céphalo-rachidien dans la sclérose en plaques. — MM. Ch. Acharé et M. Loeper ont étudié la rétention des chlorures par les tissus au cours de certains états morbides.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Mars 1901.

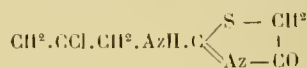
M. Callendar expose ses recherches sur la dilatation de la silice. L'extrême petitesse de l'expansion thermique de la silice quartz fondu rend la détermination du coefficient de dilatation très difficile. L'auteur a fait ses expériences sur une barre de silice pure longue de 40 centimètres, et d'un diamètre de 1 millimètre. Cette barre était renfermée dans un tube de platine d'environ 3 millimètres de diamètre, qui pouvait être porté à diverses températures par le passage d'un courant électrique. La barre et le tube étaient fixées à un extrémité, et la position de l'autre extrémité était observée au moyen d'un microscope à lecture micrométrique à un millième de millimètre près. La dilatation du tube, dont on connaissait le coefficient d'expansion, servait à calculer sa température, et, par suite, celle de la barre. L'augmentation de longueur, la longueur originale, et l'intervalle de températures de la silice étant connus, on en pouvait déduire son coefficient de dilatation. Dans des expériences préliminaires, l'auteur avait examiné la distribution des températures le long d'une barre de platine chauffée et soumise au refroidissement à ses deux bouts; le résultat avait montré que l'erreur due à ce refroidissement pouvait être négligée dans le cas de la silice. La dilatation de la silice jusqu'à 1.000° est régulière; elle est d'environ un dix-septième de celle du platine. Entre 1.000° et 1.400°, la silice se dilate plus rapidement qu'au-dessous de 1.000°, et si on la laisse pendant très longtemps à la même température, elle continue à augmenter de longueur. Si l'on représente le phénomène par une courbe, les températures étant portées en abscisses et les augmentations de longueur en ordonnées, une ligne droite correspond à la dilatation de la silice jusqu'à 1.000°. Au-dessus, la ligne s'incurve vers le haut, et par refroidissement, elle revient suivant une ligne supérieure à la courbe ascendante, de sorte que la longueur finale de la barre est plus grande que la longueur primitive lorsqu'on revient aux basses températures. La détermination du coefficient de la dilatation à ces hautes températures a été faite au moyen du zéro variable, c'est-à-dire en prenant pour longueur de la barre celle que l'on obtient en la refroidissant subitement jusqu'à la température la plus basse. A 1.100°, les propriétés de la silice s'altèrent et la dilatation est remplacée par une contraction. Au refroidissement, on observe alors une dilatation suivie d'une contraction. Le point critique auquel se manifeste la contraction par le chauffage avait été trouvé de 800° environ par Le Châtelier; celui-ci utilisait une méthode différentielle, en employant la porcelaine comme étalon. Comme la dilatation de la porcelaine est incertaine, l'auteur estime que l'effet observé était plutôt dû à des irrégularités dans la dilatation de la porcelaine que dans celle de la silice. M. C.-V. Boys fait observer que la faible dilatation de la silice en fait une bonne suspension pour les pendules, à cause du peu de compensation nécessaire. Ses propriétés élastiques parfaites la rendraient utile pour les ressorts des chronomètres. M. Threlfall a fait des expériences similaires en principe à celles de l'auteur entre 0° et 100°. La déviation de la silice vient troubler le phénomène, et il pense qu'elle doit augmenter avec la température. — M. Baly présente ensuite les appareils spectroscopiques d'University College.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

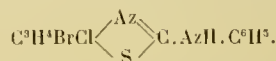
Séance du 7 Mars 1901.

MM. W. C. C. Pakes et W. H. Jollymann ont reconnu que les bactéries qui décomposent l'acide formique en CO_2 et H_2 réduisent aussi l'acide nitrique en acide nitreux. Si on les cultive dans un milieu contenant à la fois un formate et un nitrate, il ne se dégage pas de gaz, mais on trouve dans la solution du bicarbonate et du nitrite. Ces mêmes bactéries, cultivées en présence de *d*-glucose et de nitrate, dégagent CO_2 et Az , et aussi H_2 quand le sucre est en excès. Les auteurs n'ont pas encore trouvé de bactérie qui décompose les formates sans réduire les nitrates. — MM. S. W. Ruhemann et H. W. Bausor, en condensant les acides crésoxyfumariques sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, ont obtenu les acides tolu- γ -pyronecarboxyliques et les tolu- γ -pyrones. — M. T. S. Patterson a étudié l'influence des alcools isobutylique et octylique comme solvants sur la rotation du tartrate d'éthyle. Les deux liquides abaissent la rotation spécifique de la substance active dissoute, le second plus que le premier. Il y a une rotation minimum distincte pour certaines concentrations. Le tartrate d'éthyle a dans l'alcool isobutylique un volume de solution moléculaire plus grand que dans l'alcool *n*-propylique et plus faible que dans l'alcool octylique. — MM. P. F. Frankland et F. W. Aston ont étudié l'influence du groupe hétérocyclique du furfure sur le pouvoir rotatoire en préparant le dipyromucyltartrate diéthylique et en déterminant sa rotation. L'influence du radical pyromucique est semblable à celle des acides aromatiques, mais, à l'inverse des radicaux d'acides gras, les dérivés du tartrate d'éthyle avec ceux du premier sont plus fortement lévogyres, tandis que ceux des seconds sont plus fortement dextrogyres que le tartrate d'éthyle lui-même. Les dérivés pyromuciques ressemblent aussi aux dérivés aromatiques correspondants en ce que leur lévoration est diminuée par élévation de la température, tandis que les dérivés correspondants des acides gras ont leur dextrorotation abaissée dans les mêmes circonstances. — M. J. J. Sudborough propose la règle suivante pour classer les deux éthers monoalkyliques isomériques d'un acide dicarboxylique asymétrique : l'éther α sera celui qui aura la plus haute constante d'éthérification et l'éther β la plus basse. L'auteur indique les avantages de ce système. — M. J. J. Sudborough a obtenu, en chauffant le trinitrobenzoate d' α -naphtylamine avec de l'alcool, un composé d'addition du trinitrobenzène avec l' α -naphtylamine en belles aiguilles rouges. On obtient de la même façon des composés analogues, tous rouges pourpres, très stables, solubles dans l'acide acétique glacial d'où ils recristallisent. Ils donnent avec l'anhydride acétique un dérivé monoacétylé, où le radical acétylé est relié à l'azote. — Le même auteur a reconnu que toutes les substitutions en ortho, qu'elles soient d'un caractère positif ou négatif, ont la propriété d'accélérer la formation des dérivés diacétylés des amines primaires. — MM. R. H. Pickard et W. Carter, en oxydant les aldéhydes avec le persulfate d'ammonium en présence de chaux, ont obtenu l'amide de l'acide correspondant avec un rendement de 30 à 40 %, qui peut s'élever à 70 % par un second traitement analogue. — M. A. C. Hill décrit une méthode pour isoler le maltose dans un mélange de ce corps avec le glucose¹. — M. E. P. Perman a déterminé les tensions de vapeur de solutions aqueuses d'ammoniaque pour des concentrations variant de 0 à 35 % et des températures de 0° à 60°. La variation de la pression avec la concentration à diverses températures est représentée par l'équation : $p/100 - c = ac + bc^2$; a et b sont des constantes et c la concentration de l'ammoniaque dans la solution. La variation de la pression avec la température (la concentration restant constante) est exprimée par l'équa-

tion : $\log p = \alpha + \beta t + \gamma t^2$; α , β et γ sont des constantes, la dernière toujours négative. Le même auteur a refait les expériences précédentes avec des solutions ammoniacales contenant du sulfate de soude entre 26° et 47°. Les courbes ne sont pas très différentes, ce qui prouve que le sulfate de soude n'existe pas à l'état d'hydrate dans la solution. — MM. W. Lawrence et W. H. Perkin jun. ont préparé des dérivés aromatiques à partir du glutaconate d'éthyle et de ses composés¹. — M. Ph. A. Guye a confirmé les résultats de Tschugaeff d'après lesquels la rotation optique de composés contenant le groupe phénacétyle est plus proche de celle des composés renfermant les groupes acétylé ou chloracétylé que celle des dérivés contenant le groupe tolylé, bien que la masse du groupe phénacétyle se rapproche plus de celle du groupe tolylé que de celle d'aucun des autres groupes. La même remarque a été faite avec le groupe amyle. Une autre conclusion plus générale de l'auteur, c'est que lorsque des substitutions de chaînes ou de groupes d'éléments sont effectuées, dans un composé possédant un carbone asymétrique, suffisamment loin de cet atome asymétrique, la rotation n'est que légèrement affectée. — M. A. E. Dixon a préparé le β -chloroallylthiocarbimide $\text{CH}_2 : \text{C}(\text{Cl})\text{CH}_2$. AzCS , huile incolore, bouillant à 182°, qui, avec l'ammoniaque, donne la chloroallylthioucée d'Henry. Celle-ci, chauffée avec l'acide monochloracétique, fournit le chlorhydrate de la β -chloroallylthiohydantoïne :



d'où l'on peut retirer la thiohydantoïne et l'acide thio-glycolique. L'auteur a préparé aussi les *a* *b*-chloroallylphényl(-ortho tolyl, -benzyl) thiocarbimides. La β -chloroallylthiocarbimide absorbe du brome pour donner la β -chloro- β - γ -dibromopropylthiocarbimide, qui s'unit avec l'aniline pour former un composé cyclique :



Avec la benzylamine, on obtient une base analogue. — M. A. E. Dixon a remarqué antérieurement que le trithiocyanate de phosphore $\text{P}(\text{CAz})_3$ semble posséder des propriétés thiocarbimidiques aussi bien que thio-cyaniques; de nouvelles recherches lui ont montré que le pouvoir de fonctionner des deux manières est également manifesté par les produits qui dérivent des thio-cyanates métalliques et des chlorures d'éléments ou de radicaux électronégatifs. Ces produits, traités par une base comme l'aniline, donnent des précipités qui offrent l'épreuve de la désulfuration, caractéristique des thiocarbimides et qui sont généralement hydrolysés par l'eau en donnant des thio-urées substituées correspondant aux bases employées. Ainsi le trithiocyanate de phosphore $\text{P}(\text{SCAz})_3$ donne avec l'aniline un corps jaune, décomposé par l'eau chaude en donnant la phosphotriphénylthio-urée $\text{P}(\text{AzH} \cdot \text{CS} : \text{AzH} \cdot \text{C}^6\text{H}^5)_3$. Le trithiocyanate de phosphoryle $\text{PO}(\text{SCAz})_3$, obtenu par l'action de POCl_3 sur le thio-cyanate de plomb, présente les réactions thiocarbimidiques et s'unit avec l'aniline, l'*o*-toluidine et l'ammoniac sec. Le dérivé de l'aniline se dissout dans l'eau chaude et laisse déposer de la phénylthio-urée, qui provient probablement de l'hydrolyse de la phosphoryltriphénylthiocarbimide $\text{PO}(\text{AzH} \cdot \text{CS} : \text{AzH} \cdot \text{C}^6\text{H}^5)_3$.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Mars 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. C. Kluyver : Sur le développement d'une fonction en une série de polynômes. Comme l'a remarqué M. E. Borel (*Ann. de*

¹ Voyez la *Revue* du 15 avril 1901, t. XII, p. 300.

¹ Voir le détail de ces recherches dans le présent fascicule de la *Revue*, page 351.

Ecole norm. sup., t. XVI, p. 132), le problème fondamental consiste dans la décomposition de $1 : (1-x)$. Des solutions de ce problème fondamental ont été données par MM. Mittag-Leffler (*Acta mathematica*, t. XXIII, p. 43 et t. XXIV, pp. 183 et 205) et Painlevé (*Comptes rendus* du 23 mai et du 3 juillet 1899). Ici l'auteur en donne une solution nouvelle, peut-être au point de vue de la théorie un peu plus simple que les solutions précédentes. Comme l'a démontré M. Painlevé, le problème de la décomposition de $1 : (1-x)$ est lié à celui de la représentation conforme, caractérisé dans la détermination par un certain degré de liberté. Dans ce problème il s'agit de représenter l'intérieur d'une circonférence se rapportant à la variable u , au centre $u=0$, et avec un rayon égal à l'unité, par l'intérieur d'une courbe fermée sans nœud se rapportant à la variable z , qui inclut l'origine $z=0$ et passe par le point $z=+1$. Aux valeurs 0 et $+1$ de u doivent correspondre les valeurs 0 et $+1$ de z ; de plus on doit faire dépendre la forme de la courbe de z d'un ou de plusieurs paramètres, de manière qu'à des valeurs convenablement choisies de ces paramètres correspondent des courbes plus ou moins oblongues, limitées d'un côté par un cercle de z au centre $z=0$ et au rayon $r=1$ et de l'autre côté par une bande d'épaisseur infiniment petite environnant le segment de droite $(0, +1)$. Ici l'auteur suppose que ces courbes de z sont des ellipses dont $z=0$ représente un des foyers et $z=1$ le sommet de l'autre côté du grand axe.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. D. van der Waals : *L'équation critique et la théorie du mouvement cyclique*. Seconde communication pour la première, voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XII, p. 297). Ici l'auteur considère des molécules se composant de trois atomes. D'abord il écarte des cas particuliers de trois atomes qui se ramènent à des cas de deux atomes. Le cas de trois atomes mène aux deux équations :

$$\left(p + \frac{dP_v}{dv} + \frac{dP_{b1}}{db_1} \right) (b_1 - b_{01}) = RT,$$

$$\left(p + \frac{dP_v}{dv} + \frac{dP_{b2}}{db_2} \right) (b_2 - b_{02}) = RT,$$

qui se réduisent à une équation critique unique en deux cas particuliers. En supposant qu'on ait :

$$P_{b1} = \frac{1}{2} \alpha_1 (b_1 - b_{01})^2, \quad P_{b2} = \frac{1}{2} \alpha_2 (b_2 - b_{02})^2,$$

on trouve :

$$\left[p + \frac{dP_v}{dv} + \alpha_2 (b - b_0) \right] (b - b_0) = RT,$$

comme dans le cas d'une molécule à deux atomes, pour α_1 très grand en comparaison de α_2 , et :

$$\left[p + \frac{dP_v}{dv} + \frac{\alpha_2}{2} (b - b_0) \right] (b - b_0) = 2RT,$$

pour $\alpha_1 = \alpha_2$. Pour les cas situés entre ces deux limites on a donc :

$$\left[p + \frac{dP_v}{dv} + \alpha (b - b_0) \right] (b - b_0) = fRT,$$

où le multiplicateur f est compris entre 1 et 2. L'auteur, en supposant $f=2$, a appliqué cette formule aux résultats des expériences sur l'acide carbonique, publiés dans son ouvrage : *Continuité*, etc. (tome I, chapitre sur les expériences d'Andrews). A l'aide de certains développements, il trouve :

$$\frac{b - b_0}{v - b} = 2 \left[1 - \left(\frac{b - b_0}{b_0 - b_0} \right)^2 \right],$$

ce qui donne des approximations assez satisfaisantes, comme le montrent les chiffres suivants :

	CALCULÉ	TROUVÉ
$b = 0,001798$	$v = 0,002622$	$0,002629$
$b = 0,00184$	$v = 0,002731$	$0,00275$
$b = 0,00195$	$v = 0,003050$	$0,003026$
$b = 0,0020$	$v = 0,003213$	$0,00321$

Ensuite l'auteur déduit des équations qui font trouver le point critique, dans la forme :

$$p + \frac{a}{v^2} = \frac{v-b}{RT}, \quad \frac{2a}{v^3} = \frac{RT}{(v-b)^2} \left(1 - \frac{db}{dv} \right),$$

$$\frac{3}{v} = \frac{2 \left(1 - \frac{db}{dv} \right)}{v-b} + \frac{\frac{d^2b}{dv^2}}{1 - \frac{db}{dv}}.$$

M. H. Kamerlingh Onnes : *Sur les expériences de M. de Heen relatives à l'état critique*. La littérature scientifique fait mention de plusieurs expériences qui peuvent mettre en doute la rigueur de l'hypothèse de la continuité des états fluide et gazeux, qui forme la base de la théorie de van der Waals. En particulier, ces expériences font douter qu'une matière simple n'admette pas une température, une pression et un volume critique uniques, qu'au-dessus de la température critique elle ne se présente pas avec une densité unique pour une pression et une température données, et qu'au-dessous de la température critique, chaque température n'admette pas deux densités déterminées de phases stables coexistantes d'équilibre. Seulement, on a toujours pu indiquer des circonstances dont on avait oublié de se rendre compte dans ces expériences. Si on les répète en prenant les précautions nécessaires indiquées, elles constituent alors autant de preuves de la théorie en cause. En 1894, M. Kuenen prouvait que les déviations observées dans les expériences de M. Galitzine sont dues à l'influence de quantités extrêmement petites de substances étrangères. Par ces recherches de M. Kuenen (les considérations de M. Galitzine ont été réfutées, mais aussi celles de M. de Heen. Toutefois, ces beaux résultats n'ont pas pu convaincre M. de Heen de la nécessité d'appliquer le plus grand soin à la purification de la matière à étudier. Au contraire, en 1896, M. de Heen a publié de nouvelles expériences, avec CO_2 , sur la purification duquel il ne donne pas un seul détail. D'après ces expériences une densité critique déterminée, admise jusqu'à présent, serait une quantité chimérique, à remplacer par deux quantités réelles, une densité critique 0,640 de l'acide fluide et une densité 0,298 de l'acide gazeux, dont la densité chimérique ne formerait que la moyenne. Le présent mémoire de M. Onnes fait connaître les tentatives de M. J.-E. Verschaffelt et de l'auteur pour corriger les expériences de M. de Heen. Elles prouvent que les déviations des résultats de M. de Heen deviennent inférieures aux erreurs d'observation, si l'on y apporte les corrections nécessaires. Seulement, comme M. de Heen n'a pas fait attention aux éléments dont dépendent ces corrections, il faut se restreindre à leur caractère général. D'après les conclusions de l'auteur, il est donc désirable que M. de Heen lui-même répète ces expériences avec les précautions indiquées ; en attendant, il n'est pas permis d'emprunter à ces expériences, faites avec des matières impures, le droit de douter de la rigueur des considérations qui forment la base de la théorie de M. van der Waals. — Ensuite M. H. Kamerlingh Onnes présente, aussi au nom de M. H.-H.-F. Hyndman : *Isothermes de gaz à deux atomes et de leurs mélanges binaires*. I (Piézomètres à volume variable pour des températures basses). Pour des raisons théoriques, on préfère se servir exclusivement des gaz à un atome dans les recherches de précision sur les isothermes de gaz purs et de leurs mélanges binaires. Malheureusement on ne dispose que des trois matières He, A, Hg, dont la première et la seconde sont trop coûteuses, tandis que la troisième a une température critique tellement éle-

vée, qu'à la détermination de cette température s'opposent de grandes difficultés expérimentales. Donc on est obligé d'employer des gaz à deux atomes. Les expériences de M. Amagat ont fait connaître des isothermes pour des températures au-dessus de 0°, et des pressions jusqu'à 3.000 atmosphères même. Mais pour des températures basses, presque toutes les données nous font défaut, si l'on excepte les recherches pionnières de M. von Wroblewski sur l'hydrogène jusqu'à - 180°, et celles de M. Witkowski sur l'air jusqu'à - 145°. Ici il s'agit d'une troisième série d'expériences, entreprises depuis 1894 dans le Laboratoire cryogène de l'Université de Leyde. 1. Exposé de la méthode. 2. Disposition générale. 3. Les piézomètres. 4. Les cylindres de pression et leur combinaison. 5. Les manomètres. 6. Influence des erreurs dues à la construction. — Enfin, M. Onnes présente au nom de M. F.-A.-H. Schreinemakers : *Les équilibres de systèmes ternaires*. Dans la détermination des compositions de phases fluides conjuguées, on rencontre quelquefois des difficultés expérimentales presque insurmontables. Cela arrive, par exemple, si les deux fluides en équilibre l'un avec l'autre forment une émulsion, ou si la chimie analytique n'offre pas les moyens de déterminer les quantités des deux matières composantes. Cependant on peut atteindre dans ces cas, par approximation, le but qu'on se propose, en suivant des détours. L'auteur en donne un exemple en s'occupant du système Eau-Phénol-Acétone. M. A. Smits : *Le facteur i comme fonction de la concentration*. Parmi les sels examinés par l'auteur, le $KAzO_3$ est le seul où le facteur i (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XII, p. 200), décroît si la concentration augmente. Aussi, l'auteur s'est proposé de rechercher s'il y a d'autres sels se comportant de la même manière. Le $KAzO_3$ étant un sel anhydre, cet examen a porté sur des azotates dont on ne connaît pas d'hydrates. L'instrument dont s'est servi l'auteur est l'appareil de Landsberger modifié (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XI, p. 1074). Les résultats ont trait à $NaAzO_3$, $BaAzO_3$, $Sr(AzO_3)_2$, $AgAzO_3$, $Pb(AzO_3)_2$. Ils prouvent que $NaAzO_3$, $BaAzO_3$, $AgAzO_3$, $Pb(AzO_3)_2$ se comportent de la même manière que $KAzO_3$, tandis qu'au contraire le facteur i croît avec la concentration chez $Sr(AzO_3)_2$. Rapport entre ces résultats et ceux obtenus par MM. Krannhals et Jahn. — M. C. Lobry de Bruyn présente au nom de M. P.-K. Lulofs : *Vitesse de substitution chez les dérivés halogénés-azotiques aromatiques*. Communication en rapport avec une étude de MM. Lobry de Bruyn et Steger (*Rev. génér. des Sc.*, t. IX, p. 919). Ici la recherche est étendue à d'autres substances de la série aromatique. — M. E. Mulder présente au nom de M. G.-H. Coops la thèse : *Réaction de l'acide muriatique sur une solution aqueuse de formaldéhyde* (en hollandais). — M. J.-C. Kapteyn présente, au nom de M. Chr. A.-C. Nell : *Bandes polaires, d'après des observations de vingt années par H.-J.-H. Croneman*.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. M. W. Beyerinck : *Les bactéries oligotrophiles*. Il s'agit ici des microbes qui se développent sous concurrence libre avec le monde bactériel entier en des milieux nutritifs, où l'on n'a pas ajouté à dessein des compositions d'azote. Ces microbes donnent lieu à deux séries distinctes d'expériences d'accumulation. En effet, on peut étudier le développement de ces microbes : 1° dans la lumière, sans autre source de carbone que l'acide carbonique de l'atmosphère, ce qui livre des bactéries oligotrophiles *chromophylliennes*; 2° en présence d'une autre source de carbone ce qui doit mener à des bactéries oligotrophiles *incolorées*. Ici l'auteur se restreint à la dernière catégorie. 1. Aerobiose et anaerobiose. 2. Entassement de *Azotobacter chroococcum* de l'humus. 3. Culture pure de *Azotobacter chroococcum*. 4. *Azotobacter agilis*. — M. F. A. F. C. Went présente au nom de M. J. L. Schouten : *Culture pure de Saprolegniaceae*. Description d'une méthode nouvelle pour faire des cultures pures de bactéries et d'autres micro-organismes, permettant d'isoler sous le microscope une cellule unique. — M. B. J.

Stokvis lit le rapport de la Commission chargée d'étudier s'il est possible de surmonter entièrement ou en partie les difficultés de l'approvisionnement de la ligne militaire d'Amsterdam en ce qui concerne l'article sel (NaCl). — Ensuite M. Stokvis présente 1° la thèse de M. J. Brand : *Recherches sur la sécrétion et la constitution de la bile chez l'homme vivant* (en hollandais). La sécrétion de la bile est continue. Elle s'abaisse pendant la nuit et atteint son minimum dans les heures matinales, augmente très rapidement après le réveil, et admet un premier maximum après midi, et un second maximum dans le soir. La quantité de bile sécrétée peut s'élever à 1100 cc. par jour et ne diffère donc pas autant qu'on le suppose de la quantité correspondante d'urine; mais elle s'abaisse aussi jusqu'à 500 cc. par jour. Couleur, constitution et propriétés physico-chimiques de la bile, etc.; — 2° une brochure de M. P. H. van der Kemp, contenant une étude économique et historique sur le sel (NaCl) et ce qui le remplace dans les Indes néerlandaises. P. H. Schoute.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances Janvier-Mars 1901.

1. SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Tacchini présente le résumé de ses recherches sur les taches et facules solaires et sur la distribution des protubérances en 1901. — M. Millosevich donne communication de ses observations sur la nouvelle planète FX 1901, et sur l'étoile temporaire de Persée. — M. Bertini : Sur les systèmes linéaires de degré zéro. — M. Weingarten : Sur les surfaces de discontinuité dans la théorie de l'élasticité des corps solides. — M. Levi-Civita : Sur la détermination des solutions particulières d'un système canonique dont on connaît quelque intégrale ou relation invariante. Sur les mouvements stationnaires des systèmes holonomes. — M. Tedone : Sur les déformations des plaques d'épaisseur finie. — M. Boggio : Sur l'équilibre des plaques élastiques emboîtées. — M. Bortolotti : Sur les produits infinis divergents.

2. SCIENCES PHYSIQUES. — M. Guglielmo poursuit ses expériences sur la mesure absolue de la pression atmosphérique au moyen du ludion. — M. Riccio décrit la communication téléphonique qu'il a établie à l'Observatoire de l'Etna, avec le conducteur posé sur la neige. — M. Pochettino donne les résultats de quelques mesures de dispersion électrique. — M. Scalfaro étudie la vitesse de la lumière dans les cristaux magnétisés. — M. Contarini : Sur la détermination des mouvements séismiques. — M. Manzetti présente la description d'un nouvel appareil qui mesure les fréquences des courants alternatifs. — MM. Ciamician et Angeli exposent leurs recherches sur l'action chimique de la lumière. — MM. Angeli et Angelico donnent la description de quelques réactions du nitrosyle.

3. SCIENCES NATURELLES. — M. Struever présente une note sur l'action chimique entre l'hauerite et quelques métaux à la température ordinaire. — M. F. Millosevich étudie la *perowskite* d'Emarese dans la vallée d'Aoste. — M. Dainelli : Sur le Miocène inférieur du Mont Promina en Dalmatie. — M. Clerici s'occupe de la géologie des alentours de Rome. — M. Pampaloni étudie les scories trachytiques de l'Averne dans les Campi Flegrei. — M. De Stefani expose quelques considérations sur la villa de Ciceron, à Pozzuoli, et sur un phénomène précurseur de l'éruption du Monte Nuovo. — M. Longo décrit le phénomène de la mésogamie dans la *Cucurbita Pepo* Lin. — M. Grassi présente le résultat de nouvelles recherches sur l'infection paludéenne. — MM. Lo Monaco et van Rynberk exposent le résultat des expériences exécutées pour établir la fonction de l'hypophyse cérébrale. — M. Gorini poursuit son étude sur le vaccin. — M. Marengi transmet un travail sur la structure de la rétine. ERNESTO MANCINI.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences

pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

VOYAGES D'ÉTUDE DE LA REVUE

CROISIÈRE EN FINLANDE (27 JUIN-29 JUILLET 1901)

Sur l'avis du Comité de Patronage de ses Voyages d'étude, la *Revue* a décidé de diriger l'une de ses excursions de cette année en Finlande. Peu de Français connaissent cet admirable pays, dont le savant, aussi bien que l'artiste et le sociologue, ont intérêt à étudier et la nature physique et la civilisation.

Aucune nation peut-être n'a, autant que la Finlande, pris soin de se bien observer : pendant toute la durée du siècle qui vient de finir, c'est aux arts de la paix que le peuple finlandais s'est consacré tout entier : il a fait l'inventaire de ce que le sol, la mer et les lacs peuvent directement lui fournir, et dressé le bilan des richesses que les conditions climatiques lui permettent d'espérer; sur tout son territoire, il a relevé l'état matériel et moral des habitants, semé à profusion les écoles, répandu la science, et finalement, créé, en même temps que le bien-être matériel, un état d'intellectualité et de moralité, où la plupart des nations de l'Europe trouveront, à mesure qu'elles le connaîtront davantage, un exemple à suivre.

Le voyage fera voir complètement toute la Finlande, ses beautés naturelles et ses institutions, et il permettra de visiter, en outre, Hambourg et Copenhague, Saint-Petersbourg et Reval, Stettin et Berlin. — Le prospectus encarté dans le présent numéro de la *Revue* indique, en détail, l'itinéraire et les conditions de ce voyage.



Rapides d'Imatra.

MARTE FEUILLET

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 29 avril, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans la Section de Botanique en remplacement de feu Adolphe Chatin. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : en 1^{re} ligne, MM. Renault et Zeiller ; en 2^e ligne, MM. Bureau, Costantin et Mangin.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Zeiller a obtenu	35 voix
M. Renault —	22 —

Il y a eu un bulletin blanc.

En conséquence, M. Zeiller a été déclaré élu.

On doit au nouvel académicien une longue suite de travaux méthodiquement enchainés et d'une importance capitale sur la flore fossile, en particulier sur celle des terrains houillers. Depuis plus de vingt ans, M. Zeiller s'est appliqué d'une part à organiser la récolte systématique des empreintes végétales dans nos mines, en vue d'accroître les documents paléontologiques, d'autre part à soumettre à une rigoureuse critique l'étude des matériaux amassés. Cette étude avait un double but : 1^o suffisamment nombreuses et bien définies, rapportées chacune à l'horizon où elle est le plus abondante, les espèces recueillies permettraient de caractériser les diverses zones d'un même terrain et, notamment en ce qui concerne les mines de houille, guideraient les ingénieurs dans la recherche des lits à exploiter ; 2^o l'observation de la série des espèces qui se sont développées depuis les temps primaires jusqu'à la période actuelle, et l'analyse minutieuse de leur structure, apporteraient quelque jour à l'obscur question de la différenciation progressive des climats aux anciens âges de la Terre et renseigneraient peut-être, en quelques points, sur les modalités de l'évolution des différents groupes de végétaux depuis l'époque primaire jusqu'à nos jours.

Dans ces deux directions, M. Zeiller est arrivé à des résultats très importants, et il a éclairé bien des questions obscures de la Paléobotanique. L'étude des plantes fossiles se base, le plus souvent, sur les caractères tirés de la morphologie externe, les échantillons conservés sous forme d'empreintes, les seuls que l'on rencontre dans la plupart des cas, n'étant pas susceptibles d'analyse anatomique. M. Zeiller a poursuivi la recherche d'échantillons fructifiés, estimant que les véritables affinités des végétaux fossiles ne sauraient, dans la plupart des cas, être définitivement déterminées que par l'observation des appareils fructificateurs, base principale de la classification des végétaux vivants. Ses investigations ont été couronnées de succès. La découverte, dans le bassin houiller de Valenciennes, d'épis fructificateurs déterminables de Sigillaires lui a permis, en établissant que les Sigillaires sont positivement des Lycopodiées, de trancher la question si controversée de l'attribution cryptozamique de ces végétaux, chez lesquels la présence d'un bois secondaire a fait longtemps penser à une origine phanérogame. De même, l'étude des fructifications des Fougères houillères ou secondaires a conduit M. Zeiller, pour cette classe de Cryptogames vasculaires, à une classification naturelle, destinée à remplacer ou tout au moins à compléter la classification artificielle établie sur les frondes stériles. Des recherches analogues sur les spores et les sporanges des Sélaginellées houillères l'ont conduit à considérer celles-ci comme reliées par une transformation progressive aux *Schizogonia* actuels.

Une autre partie des recherches de M. Zeiller se rapporte au fait suivant : il est très rare de trouver des

plantes fossiles entières ; on ne rencontre généralement que des fragments ou des empreintes d'organes détachés : tiges, frondes, spores, rhizomes, etc., et il est arrivé que, faute de caractères suffisamment accusés, on a attribué à des espèces différentes des parties séparées d'une même plante. M. Zeiller a eu l'occasion d'étudier certains cas de ce genre, et il a, en particulier, en montrant que le genre *Vertebraria* représente le rhizome des fougères *Glossopteris*, donné la solution, attendue pendant cinquante ans, de l'une des énigmes les plus obscures de la Paléontologie végétale.

Les travaux de M. Zeiller sur les bassins houillers français ont engendré, de leur côté, des résultats pratiques de grande valeur. En déterminant à La Grand-Combe l'âge relatif, demeuré jusqu'alors indéfini, de faisceaux de couches séparés les uns des autres par un accident géologique important, M. Zeiller a donné des indications utiles pour la recherche en profondeur, laquelle a abouti effectivement à la découverte de nouvelles richesses houillères. Il est arrivé au même résultat par ses études paléobotaniques sur le bassin de Graissesac.

L'année dernière, M. Zeiller a publié un ouvrage magistral, les *Éléments de Paléobotanique*, qui a été présenté aux lecteurs de la *Revue*, et dans lequel l'auteur cherche à montrer par quelles successions de formes on passe peu à peu des flores anciennes à celles qui peuplent aujourd'hui notre globe, et quelles variations de climat ont accompagné ou déterminé ces transformations organiques. Si cette synthèse peut être aujourd'hui abordée avec succès, c'est grâce surtout aux contributions précieuses que M. Zeiller a apportées à la Paléobotanique.

§ 2. — Nécrologie

F.-M. Raoult. — L'illustre chimiste français que la Science vient de perdre, était né à Fournes-en-Weppes (Nord) le 10 mai 1830. Il fit ses études à Laon et à Paris, devint successivement répétiteur au Lycée de Reims, professeur au Collège de Saint-Dié, puis au Lycée de Sens. En 1863, il recevait de la Faculté des Sciences de Paris le diplôme de docteur ès sciences physiques, sur la présentation d'une thèse très remarquée, qui portait pour titre : Recherches sur les forces électro-motrices des éléments voltaïques. Peu après, il était appelé à la Faculté des Sciences de Grenoble, où on le chargeait du cours de Chimie ; titularisé en 1870, il conserva sa chaire jusqu'à sa mort.

De très bonne heure Raoult fit preuve des plus brillantes qualités de chercheur et d'expérimentateur. On raconte qu'il avait retrouvé tout seul les lois de Faraday et de Ohm ; il avait également entrepris des expériences sur le passage de l'électricité à travers les solutions, sans avoir connaissance des travaux déjà effectués sur ce sujet. Lorsqu'il annonça ses résultats à quelques jeunes savants de ses amis qui habitaient Paris, il apprit, non sans un grand désappointement, que tout cela était déjà connu. Mais il reprit aussitôt courage, en se disant que, puisqu'il avait été capable de refaire seul de telles découvertes, il pourrait bien aussi contribuer aux progrès de la science dans d'autres directions encore inexplorées.

Ses premières recherches, après sa thèse de doctorat, portent sur les effets chimiques du courant électrique, sur l'inversion du sucre de canne sous l'influence de la radiation solaire, sur les carbonates de calcium, de strontium et de baryum, sur l'absorption de l'ammoniaque par les solutions salines. C'est au cours de ce dernier travail qu'il fut amené à considérer les points de congélation des solutions, et qu'il commença cette série de recherches sur la tonométrie et la cryoscopie, qui ont rendu son nom illustre bien au

delà de nos frontières. Nous ne tenterons pas de les résumer de nouveau; elles ont été exposées dans tous leurs détails aux lecteurs de la *Revue*, par M. P. Freundler¹, puis, tout récemment, par l'auteur lui-même². Nous nous contenterons d'emprunter à l'une des plus grandes autorités du monde savant de notre époque, Lord Kelvin, l'appréciation suivante de l'œuvre de Raoult :

« Depuis le commencement du siècle, beaucoup d'expérimentateurs, et des plus habiles, ont étudié le point de congélation et la tension de vapeur des dissolutions; mais, s'ils ont réussi à observer des faits intéressants, ils n'en ont vu ni la raison, ni le lieu... Raoult est venu. Il est sorti des sentiers battus et il a étudié les dissolutions des matières organiques. Il l'a fait avec une science et une habileté consommées, sans hâte, suivant un plan déterminé d'avance, et il a ainsi découvert des propriétés ignorées, des lois nouvelles et fécondes, universellement connues aujourd'hui, mais dont la révélation complète, faite il y a quelques années seulement, frappa le monde savant de surprise et d'admiration. »

La renommée de ses travaux a valu à Raoult les plus hautes distinctions. En 1889, l'Académie des Sciences de Paris lui décernait le prix international Lacaze, de 10.000 francs. En 1890, elle l'inscrivait au nombre de ses Correspondants et il recevait la croix de la Légion d'honneur. En 1892, la Société Royale de Londres lui décernait la Médaille Davy, « pour la plus grande découverte en Chimie faite en Europe et en Amérique ». En 1895, il recevait tout ensemble la rosette d'officier de la Légion d'honneur et le prix biennal de l'Institut, prix de 20.000 francs, décerné par toutes les classes réunies. Il devenait, en 1898, l'un des quarante membres étrangers de la Société Chimique de Londres, en 1899 membre correspondant de l'Académie impériale de Saint-Petersbourg. En 1900, il était choisi par la Commission d'organisation des Congrès de l'Exposition universelle pour faire à Paris, devant le Congrès international de Chimie, en présence des plus grands savants de l'Europe et du monde, l'unique conférence de Chimie générale inscrite au programme, et les appareils qui avaient servi à ses expériences personnelles étaient admis au Musée centennial de la Section de Chimie, avec la qualification officielle d'instruments historiques. Cette même année, le Gouvernement de la République lui conférait la haute dignité de commandeur de la Légion d'honneur.

A son intelligence et à son génie, Raoult alliait les plus belles qualités de l'âme, et c'est entouré non seulement de l'admiration des savants, mais aussi du respect et de l'affection de tous ceux qui avaient le privilège de l'approcher, qu'il s'est éteint, il y a quelques semaines, après une très courte maladie.

Adolphe Hirsch. — La mort vient d'enlever à la Suisse un de ses savants les plus distingués, dont le nom s'était répandu bien au delà des frontières de son pays d'adoption, en raison de la part prépondérante qu'il avait prise à la création et à la direction de l'*Association géodésique internationale* et du *Bureau international des Poids et Mesures*. L'activité qu'il déploya en faveur de ces deux organisations lui assurera la reconnaissance de tous ceux qui comprennent l'importance de l'échange des idées entre les nations, de ceux qui pensent que la paix du monde serait mieux assurée si, par une œuvre poursuivie en commun, les hommes apprenaient à se mieux connaître, et par là même à s'aimer et à s'estimer par delà les frontières politiques.

Adolphe Hirsch, né en 1830 à Halberstadt, dans la province de Saxe, se voua de bonne heure à l'étude de l'Astronomie, qu'il poursuivit sous la direction d'Encke et de Le Verrier, et serait probablement rentré dans son

pays si, en 1857, une situation ne s'était inopinément offerte à lui à l'Étranger.

L'industrie horlogère, qui s'était fortement implantée parmi les populations industrieuses du Jura suisse, avait pris un grand développement, grâce aux relations ouvertes dans les pays d'outre-mer par quelques hardis Neuchâtelois; mais les experts envoyés à l'Exposition Universelle de Paris avaient rapporté l'impression que le développement futur de cette belle industrie était intimement lié à un service d'heure bien organisé. La création d'un observatoire astronomique venait donc d'être décidée, et la direction en fut proposée au jeune savant; renonçant momentanément à un champ d'activité plus vaste, il se voua entièrement à l'organisation du nouvel établissement, qu'il dirigea jusqu'à sa mort, et qui rendit les inappréciables services qu'on en attendait, tant par une distribution très précise de l'heure dans tous les centres horlogers du pays de Neuchâtel et des cantons voisins, que par l'examen suivi des chronomètres à l'Observatoire même.

Hirsch habitait Neuchâtel depuis quelques années, lorsque la Conférence pour la mesure du degré en Europe vint y tenir ses assises. Le jeune astronome fut désigné, avec Bruhns, de Leipzig, pour remplir les fonctions de secrétaire de la Conférence, et se signala dans cette assemblée, comme dans celles qui suivirent, par des aptitudes si parfaites à ces fonctions, que, lorsque la Conférence grandissante fut devenue la puissante Association géodésique internationale, les suffrages unanimes de ses collègues le portèrent aux fonctions lourdes et délicates du secrétariat. Donné d'un esprit organisateur de premier ordre, possédant parfaitement plusieurs langues, il devait rendre à cette Association d'éminents services, jusqu'à l'âge où de cruelles souffrances lui firent paraître la tâche trop lourde, et, finalement, l'an dernier, le conduisirent à résigner ses fonctions.

Mais de cette Association géodésique devait naître une autre organisation internationale. Les écarts importants entre les côtés communs aux triangulations des pays voisins, écarts que n'expliquaient pas les erreurs des mesures d'angles, avaient conduit les géodésiens à exprimer, en 1867, le désir de voir créer un office central où les étalons employés sur le terrain pussent être ramenés à une même unité. En 1869, l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg se mit en relations avec l'Académie de France pour appuyer cette motion, et l'étendre à toutes les unités du système métrique. Les pourparlers aboutirent en 1875, et une Conférence diplomatique décida la création du Bureau international des Poids et Mesures, placé sous la surveillance d'un Comité dont Hirsch devint secrétaire. Le général Ibañez, alors directeur de l'Institut géodésique et statistique d'Espagne, fut appelé à la présidence des deux organisations internationales, de telle sorte que, par leurs bureaux, une action commune et un appui mutuel demeura assuré pour toute la période de développement qui devait préparer l'avenir.

Pendant de longues années, Hirsch, dont la puissance de travail était considérable et l'activité inlassable, pourvut à ses triples fonctions, à l'étonnement de tous ceux qui l'ont vu à l'œuvre et savaient combien, tout en ayant présentes à l'esprit les grandes lignes des devoirs qu'il avait assumés, il connaissait les moindres détails, s'enquerrait de tout avec le même soin, était, en un mot, l'âme de ces organisations qu'il avait puissamment aidé à créer.

Depuis quelques années, ses forces, sur le déclin, avaient ralenti son activité; mais aussi, grâce à d'heureux débuts, elle était devenue moins nécessaire, et il pouvait contempler avec une légitime satisfaction l'œuvre, désormais viable, qu'il avait accomplie.

Ses travaux personnels datent de l'époque de sa jeunesse, alors que ses occupations extérieures étaient encore restreintes; plus tard, par la coordination qu'il leur a donnée, il a fait valoir et fructifier les travaux des autres, et, s'il a pu regretter parfois que ses pro-

¹ Voyez la *Revue* du 13 juin 1894, t. V, p. 409 et suiv.

² Voyez la *Revue* du 30 août 1900, t. XI, p. 958 et suiv.

pres recherches dussent être abandonnées, il a, du moins, trouvé une compensation dans la gratitude de ceux dont il rassemblait et publiait les Rapports si documentés qui constituent les volumes d'une valeur inappréciable édités par l'Association géodésique. Les vingt-deux volumes de procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures sont, en revanche, entièrement dus à sa plume, ainsi que les Rapports adressés annuellement, jusqu'en 1892, aux Gouvernements ayant adhéré à la Convention du Mètre.

Hirsch s'était attaché à la Suisse sans esprit de retour; il aimait ce petit pays comme sa patrie, ainsi que le témoigne le testament par lequel il lègue toute sa fortune à l'Etat de Neuchâtel pour l'entretien de l'Observatoire, qui était sa première création.

§ 3. — Astronomie

La variabilité de la planète Eros. — La petite planète Eros, dont, il y a quelques mois, nous avons entretenu nos lecteurs¹, vient encore d'attirer sur elle l'attention des astronomes par une nouvelle particularité non moins curieuse que les précédentes: nous voulons parler de sa variabilité.

Annoncée comme probable par une courte Note du Dr Egon von Oppolzer, de Potsdam, la variabilité d'Eros est maintenant entièrement confirmée. Les communications faites aux *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* et aux *Astronomische Nachrichten* ne laissent aucun doute à cet égard.

Cette question de la variabilité de la petite planète Eros est d'autant plus intéressante que les astronomes qui ont étudié les variations périodiques d'éclat de cet astéroïde sont d'opinions différentes: les uns la représentent par une oscillation simple, toujours identique à elle-même, et se reproduisant indéfiniment à intervalles d'environ deux heures cinq minutes; pour les autres, la courbe qui les représente est formée de deux branches différentes, dont l'ensemble se reproduit à des intervalles d'environ cinq heures trois minutes, sensiblement doubles des précédents.

L'adoption de l'une au lieu de l'autre de ces conceptions ayant, au point de vue cosmogonique, une certaine importance, il y avait intérêt à trancher la question. C'est ce qu'a essayé de faire M. Ch. André, l'éminent directeur de l'Observatoire de Lyon, par la discussion très rigoureuse des observations déjà connues: celles de MM. Montangerand et Rossard, à Toulouse, de M. Deichmüller, à Bonn, et les séries de Lyon, auxquelles ont pris part MM. Guillaume, Le Cadet et Luizet.

Les premières observations qu'a pu faire M. Ch. André de la variabilité lumineuse d'Eros, ont conduit cet astronome à penser que, contrairement à l'idée qui paraissait alors admise, cette variation était à double oscillation, et qu'à cet égard la petite planète qui nous occupe se rattachait à ce que M. Ch. André a appelé « les étoiles doubles photométriques à variation lumineuse continue ».

C'est dans ce sens que l'habile directeur de l'Observatoire de Lyon a dirigé ses recherches ultérieures, pour lesquelles il a été secondé avec beaucoup de zèle par MM. Guillaume, Le Cadet et Luizet, qui, aussi souvent que l'état du ciel l'a permis, ont suivi assidûment la planète Eros, depuis le coucher du soleil jusqu'à ce qu'elle soit arrivée au voisinage de l'horizon.

Par comparaison avec un certain nombre d'étoiles voisines, et en employant la méthode des degrés (ou méthode d'Argelauder), ces observateurs ont obtenu, chacun de son côté et d'une façon tout à fait indépendante, la suite des éclats de la planète. Ces résultats ont été traduits en courbes et les heures des maxima et des minima déduites de ces courbes par la méthode de Pogson: dans leur combinaison, et afin de mettre

en évidence le caractère qu'on supposait à cette courbe de variation, on a séparé les heures en deux groupes, suivant que le phénomène tropique correspondant était numéroté pair ou impair à partir de l'un d'eux pris pour origine, un minimum déterminé, par exemple.

La discussion de tous les nombres ainsi obtenus donne ensuite les constantes de la courbe de lumière de la planète, ainsi que cette courbe elle-même, et démontre qu'en effet la variation lumineuse ne s'effectue pas suivant une seule oscillation, mais suivant une oscillation double, chaque période de la variation se composant de deux branches *distinctes et non identiques*; c'est ce qu'indiquent bien les résultats suivants fournis par M. Ch. André (fig. 1).

Si l'on suppose une série de périodes successives, toutes d'ailleurs identiques, et si l'on désigne par $m_1, m_2, m_3, \dots, M_1, M_2, M_3, \dots$, les heures des minima et des maxima, impairs et pairs, de ces périodes successives, comptées à partir d'un premier minimum,

1° On a :

$$\begin{aligned} m_2 - m_1 &= 0^h119 = 2^h51^m, & M_2 - M_1 &= 0^h118 = 2^h50^m; \\ m_3 - m_2 &= 0^h100 = 2^h24^m, & M_3 - M_2 &= 0^h101 = 2^h26^m, \end{aligned}$$

les intervalles qui séparent les points tropiques de même nature sont notablement différents dans les deux

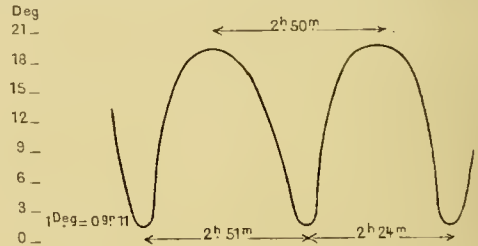


Fig. 1. — Courbe de variabilité d'Eros.

branches de la période; la branche paire est plus étroite que la branche impaire;

2° On a aussi :

$$\begin{aligned} M_1 - m_1 &= 0^h056 = 1^h20^m, \\ M_2 - m_2 &= 0^h054 = 1^h18^m. \end{aligned}$$

Les temps d'accroissement de lumière de chaque minimum au maximum suivant sont sensiblement les mêmes.

3° Au contraire :

$$\begin{aligned} m_2 - M_1 &= 0^h063 = 1^h34^m, \\ m_1 - M_2 &= 0^h046 = 1^h6^m. \end{aligned}$$

La durée de la diminution de lumière est moindre dans la branche paire que dans la branche impaire.

4° La durée totale de la période est de :

$$\begin{aligned} 0^h2195 &= 5^h16^m1, \text{ d'après les minima,} \\ 0^h2196 &= 5^h16^m2, \text{ d'après les maxima,} \end{aligned}$$

soit en moyenne.

$$P = 5^h16^m15.$$

5° Les époques des minima successifs sont données par les expressions :

$$\begin{aligned} 1901, \text{ Février } 20, 7^h57^m & \} \\ 1901, \text{ Février } 20, 10^h48^m & \} + 5^h16^m15 \text{ E.} \end{aligned}$$

5° La variation totale d'éclat est, à fort peu près, de deux grandeurs.

La courbe de lumière d'Eros est ainsi tout à fait semblable à celles de β Lyre et de U. Pégase; elle montre que la variation lumineuse de cette planète est, ainsi que celle de ces deux étoiles, due en partie à une forme

¹ Voyez la Revue du 15 décembre 1900, p. 1254.

ellipsoïdale assez accentuée et en grande partie à des occultations successives et réciproques de deux astres lumineux très voisins, se mouvant autour de leur centre de gravité commun dans une orbite probablement elliptique et dont le plan passait par la Terre à l'époque des observations.

En raison du déplacement relatif de la Terre et de la petite planète Eros, la position du plan de l'orbite change progressivement par rapport à nous; bientôt ce plan ne rencontrera plus la Terre, toute variation périodique d'éclat disparaîtra et, à cet égard, Eros redeviendra semblable aux autres petites planètes.

Pendant cet intervalle, les détails de la courbe de lumière, les variations relatives d'éclat, changeront aussi progressivement, et leur observation continue nous fournira des renseignements importants sur les causes qui rendent si différentes les unes des autres les courbes de lumière des étoiles doubles photométriques à variation lumineuse continue.

Mais les résultats acquis déjà sont suffisants pour fournir sur ce système double, absolument unique jusqu'ici, des données dont la plupart le caractérisent définitivement. Ces données sont les suivantes :

- 1° Durée de la période : 3^h16^m,13;
- 2° Excentricité : 0,0569;
- 3° Longitude du périastre comptée à partir de la ligne des nœuds : 162°,43;
- 4° Le demi-grand axe est peu supérieur à la somme des rayons des deux astres supposés sphériques;
- 5° Les dimensions des deux astres sont peu différentes, leur rapport est compris entre 3/2 et 1;
- 6° La densité moyenne du système est 2,4;
- 7° Ces deux astres seraient des ellipsoïdes très allongés, l'aplatissement de leur section méridienne paraissant voisin de 1/2.

A propos de ces valeurs, il est bon de faire remarquer que :

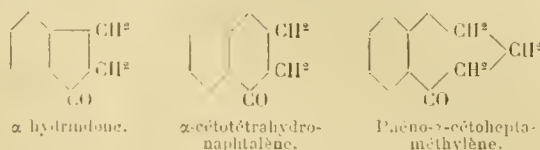
- a) La durée de la révolution du satellite d'Eros est très voisine de celle de Phobos (7^h39^m).
- b) L'excentricité est presque la même que celle de l'orbite lunaire (4,0509).
- c) La densité moyenne de ce système diffère peu de celle de Mars (2,28).
- d) Le demi-grand axe, exprimé en fonction du rayon de la planète, est très sensiblement le même que celui de Phobos mesuré en fonction du rayon de Mars.
- e) L'aplatissement obtenu est en dehors de tous ceux que nous connaissons dans le système solaire et supérieur aussi à ceux des étoiles doubles photométriques étudiées jusqu'ici. D'ailleurs, dans son étude sur la variabilité de la petite planète Eros, M. Ch. André n'indique cet aplatissement que sous toutes réserves, et en attendant le résultat de calculs ultérieurs faits d'après une autre méthode.

Quoiqu'il en soit, la petite planète Eros, qui se recommandait déjà à l'attention des astronomes par tant de curieuses particularités, ne saurait être négligée des observatoires, et il faut espérer que son étude constante permettra d'éclaircir certaines questions cosmogoniques encore fort obscures.

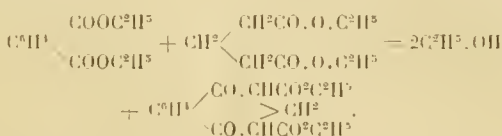
§ 4. — Chimie

Sur le phéno- α -cétioheptaméthylène et ses dérivés. — La condensation du chlorure de phénylpropionyle en présence du chlorure d'aluminium¹ fournit une cétone cyclique, l' α -hydrindone; par le même mécanisme, le chlorure de phénylbutyryle est converti en α -cétotétra-hydronaphtalène². Cette nouvelle méthode d'obtention de cétones cycliques, appliquée au chlorure de phénylvaléryle, vient de conduire MM. Kipping et Hunter³ à une cétone qui n'est autre que le phé-

no- α -cétioheptaméthylène. Les relations entre ces trois composés se comprennent aisément au moyen des trois schémas :



Le phéno- α -cétioheptaméthylène, comme l'indique sa formule, contient une chaîne fermée de 7 atomes de carbone, condensée avec un noyau benzénique. Ce composé ressemble assez à celui que Dieckmann⁴ a préparé en condensant l'éther phtalique avec le glutarate d'éthyle :



ce dernier, à l'hydrolyse, fournissant le phéno-1,3-dicétioheptaméthylène (I).



Le phéno- α -cétioheptaméthylène est une huile incolore, d'une légère odeur menthée; sa constitution est établie par son mode de formation; de plus, elle a été caractérisée comme cétone et, à l'oxydation, elle fournit de l'acide α -phtalique.

Enfin, de même que l'oxime de l' α -cétotétrahydronaphtalène, l'oxime du phéno- α -cétioheptaméthylène est réduite en un α -amino dérivé de la forme (II).

Cette nouvelle base fournit une chlorhydrate qui, soumis à la distillation sèche, donne un produit neutre (vraisemblablement un hydrocarbure) par un mécanisme analogue à celui qui montre la formation d'hydrindène à partir du chlorhydrate d'hydrindamine.

§ 5. — Biologie

Sur la myologie des Rongeurs. — Au sujet de son mémoire sur la Myologie des Rongeurs, récemment analysé dans la *Revue* par M. Cuénot, M. le Dr H. Alezais, de Marseille, nous prie d'insérer les lignes suivantes :

« 1° Quand M. Cuénot dit que les résultats auxquels je suis arrivé pouvaient être prévus à l'avance d'une façon générale, car « on sait bien qu'un animal fouisseur « a des os et des muscles disposés pour fouir, et qu'un « sauteur a des os et des muscles qui conviennent au saut », n'est-ce pas rappeler le *Virtutem dormitivam* pour expliquer le *Cur facit dormire?* Le tout est de savoir quelles sont ces différences anatomiques en rapport avec des adaptations fonctionnelles variées, car, dans d'autres cas, la morphologie mieux connue sera d'un utile secours pour reconnaître la fonction.

« 2° Quand les anatomistes qui ont pris la peine de comparer les anomalies musculaires de l'homme avec les dispositions normales des animaux inférieurs s'appellent Gegenbaur, Fürbringer, Testut, Ledouble, etc., et que les résultats obtenus permettent avec Dubois, Selenka, etc., de fixer la place de l'homme parmi les Anthropoïdes, n'est-il pas permis de penser que l'expression d'*amusements* donnée à leurs travaux n'est pas absolument juste? »

¹ KIPPING : *Chem. Soc.*, t. LXV, p. 680.
² KIPPING et HILL : *Chem. Soc.*, t. LXXV, p. 144.
³ F. S. KIPPING et A. E. HUNTER. *Journ. of the Chem. Soc.*, t. LXXXIX, p. 602.

⁴ *Ber. d. deutsch. Chem. Ges.* 32. 2247.

En réponse à ces observations, M. Cuénot nous a adressé la Note suivante :

« Il fut un temps où la comparaison des anomalies musculaires de l'homme avec les muscles normaux des Animaux inférieurs avait un intérêt, parce qu'on pensait que ces anomalies avaient une signification atavique et reproduisaient les dispositions des ancêtres réels de l'homme; mais l'accumulation des recherches dans ce sens a contribué à modifier l'opinion; il aurait fallu, en effet, que l'homme ait eu pour ancêtres tous les Mammifères possibles et même impossibles, ce qui est très invraisemblable. Les anomalies musculaires ne sont donc rien que des *variations*, sans aucune signification atavique; leur recherche est devenue d'un intérêt morphologique assez médiocre, vu leur nombre et leur infinie variété; et, quant à leur comparaison avec les dispositions normales des Vertébrés inférieurs, ce n'est qu'un jeu de l'esprit dont on ne voit ni le sens ni le but. Quant à fixer la place de l'homme parmi les Anthropoïdes, M. Alezais me permettra de penser que la comparaison des anomalies avec les muscles normaux des animaux inférieurs y a contribué pour moins que rien ».

§ 6. — Sciences médicales

La différenciation cellulaire et les tumeurs. — On sait que chacun des feuillet embryonnaires a sa fonction spécifique, de telle sorte qu'on peut classer les organes ou tissus d'un adulte suivant leur provenance; les cellules, d'abord toutes semblables, évoluent suivant un mode caractéristique (cytomorphose) pour chaque organe, tantôt en se modifiant toutes, comme dans le système nerveux, tantôt en se divisant en deux lots, les uns subissant la différenciation, les autres restant à l'état embryonnaire et capables de se multiplier activement (épiderme, mésenchyme adulte, mésothélium des organes génito-urinaires, épithélium entodermique du tube digestif). Or, il semble y avoir un lien entre la genèse des tumeurs et le degré de différenciation des tissus : les tumeurs à croissance rapide se rencontrent principalement dans le tissu le moins différencié du corps, le mésenchyme : *myxome, myome, fibrome, lipome, chondrome, ostéome et sarcome*; ce tissu affirme ainsi, dans l'ordre pathologique, sa capacité d'évoluer dans les sens les plus variés.

L'endothélium des vaisseaux, les globules amiboïdes du sang et la névroglie, tout en étant plus avancés que le mésenchyme, sont cependant restés à un degré assez bas de différenciation : aussi peuvent-ils encore produire des tumeurs d'une allure propre, *angiome et gliome*. Il est probable qu'il existe une tumeur résultant de la multiplication excessive des leucocytes.

Par contre, les cellules les plus différenciées ne forment pas de tumeurs : il est très rare qu'il y ait prolifération cancéreuse des cellules hépatiques (le cancer du foie provient de l'épithélium banal des canaux biliaires), ou bien des muscles striés (les myomes du cœur ou des muscles du squelette sont excessivement rares); enfin, les cellules nerveuses ne donnent jamais de tumeurs.

Minot propose de classer les tumeurs d'après leur feuillet d'origine : les tumeurs musculaires ou myomes doivent être démembrées, parce que les muscles striés et lisses sont distincts génétiquement; il en est de même des épithéliomas; il est illogique de placer les gliomes dans les tumeurs conjonctives, puisque la névroglie provient de l'ectoderme, et le tissu conjonctif du mésoderme. Il est, en effet, probable que la spécificité de chaque feuillet embryonnaire ne gouverne pas seulement la différenciation normale, mais aussi la différenciation pathologique; il y aurait donc des cancers ectodermiques, méso-dermiques et entodermiques.

§ 7. — Littérature scientifique

Projet de création d'un Dictionnaire technique en trois langues. — Tous ceux, savants, ingénieurs, chimistes, industriels, etc., que leurs occupations obligent à consulter fréquemment des publications en langues étrangères, se sont souvent trouvés dans l'embarras pour obtenir l'équivalent en français de tel terme technique spécial dont les dictionnaires courants, même les plus complets, ne donnent pas la traduction. Il existe bien quelques essais de dictionnaires techniques, tels que celui des « Notes et formules de l'Ingénieur » ou celui de M. Hospitalier, qui témoignent d'efforts louables pour faciliter la lecture des mémoires en anglais ou en allemand. Mais ces dictionnaires sont loin d'être complets, et la forme condensée qu'on a voulu leur donner a empêché souvent d'attribuer aux termes qui y figurent toutes les significations qu'ils peuvent prendre suivant les mots auxquels ils sont associés.

Aussi, nos lecteurs apprendront-ils probablement avec intérêt l'entreprise tentée par la Société des Ingénieurs allemands (*Verein deutscher Ingenieure*). Cette Société a décidé de prendre à sa charge la confection d'un *Dictionnaire technique en trois langues* (français, allemand, anglais), qui contiendra tous les termes et toutes les phrases spéciales en usage dans les sciences techniques. Mais, au lieu de confier la rédaction de ce dictionnaire à une seule personne, dont les connaissances, même étendues, seraient forcément incomplètes, le Société a décidé de faire appel au plus grand nombre possible de collaborateurs et de demander seulement à chacun d'eux ce qui concerne sa spécialité. Dans ce but, la Société a fait connaître son projet à la plupart des associations scientifiques et techniques des pays de langues française, allemande et anglaise, aux grands établissements industriels et à divers particuliers.

La collaboration qu'elle sollicite est gratuite. Chaque collaborateur recevra un carnet portant trois sections divisées alphabétiquement, et destinées à recevoir les termes et expressions (en français, par exemple), avec leurs traductions (en anglais et en allemand), relatifs à la branche qui aura été choisie par le collaborateur. Les réponses seront envoyées à un rédacteur en chef, M. le Dr Hubert Jensen, savant doublé d'un lexicographe, qui les réunira, les comparera, et rédigera le texte définitif du Dictionnaire. Celui-ci paraîtra en trois volumes, dont chacun contiendra les trois langues, l'une dans l'ordre alphabétique des mots, les deux autres comme traduction.

La Société prend à sa charge tous les frais d'impression et d'édition de l'ouvrage, qui sera vendu à un prix très modéré.

La Société des Ingénieurs allemands a reçu beaucoup de réponses favorables à ses propositions, et plusieurs collaborateurs sont déjà au travail. Les personnes qui désiraient lui apporter leur concours peuvent s'adresser à M. Hubert Jensen (49, Dorotheenstrasse, Berlin, N. W.). C'est de l'appui et de la coopération du plus grand nombre que dépend le succès du *Technolexicon*, qui constituera un auxiliaire précieux de la littérature scientifique et technique et rendra de réels services au développement de la science et de l'industrie dans tous les pays de langue française, allemande et anglaise.

§ 8. — Enseignement

Conférence sur l'Alcoolisme. — M. le Dr Legrain, médecin en chef de l'Asile de Ville-Evrard, fera le lundi 20 mai, à 3 heures, une conférence sur « Le récidivisme de l'ivrognerie; mentalité du récidiviste; remèdes ». Cette conférence aura lieu à l'Asile de Villejuf, au Laboratoire de Psychologie expérimentale de l'École des Hautes-Études.

¹ MINOT: The embryological basis of Pathology (*Science*, vol. XIII, 1901, p. 481).

L'ÉVOLUTION DES DOCTRINES CRISTALLOGRAPHIQUES

L'esprit français a soif de clarté. Il veut que les choses lui soient présentées nettement, même quand la netteté de l'exposition devrait dépasser un peu ce que semblent autoriser les notions réellement acquises. D'autre part, il ne peut se contenter de connaître le *comment* des phénomènes. C'est un besoin pour lui d'en apercevoir le *pourquoi*, c'est-à-dire de les rattacher les uns aux autres par ces relations de cause à effet dont l'enchaînement logique constitue ce qu'on appelle des théories.

En vain essaierait-on de le décourager en lui montrant qu'un édifice doctrinal n'a jamais qu'une durée limitée, et que bientôt l'observation révèle un phénomène dont la théorie admise est impuissante à rendre compte. Il sait que cet apparent échec de la doctrine est moins un renversement qu'une évolution, et qu'il suffira généralement d'en modifier quelques termes pour la rendre apte à sa nouvelle tâche. Au rebours de ceux qui s'autorisent de ces changements pour dénier toute valeur objective aux doctrines et les considérer tout au plus comme des cadres commodes, en vue de l'enregistrement méthodique des faits, un instinct sûr avertit l'esprit français que la vraie science a pour objet principal non la connaissance des résultats d'expérience, mais l'intelligence des rapports qui les unissent. Tandis que l'observation perfectionne ses méthodes, et introduit une précision croissante dans l'expression des faits constatés, le savant se sert de ces progrès pour mieux définir les rapports déjà entrevus, de sorte que peu à peu les lignes maîtresses de l'édifice doctrinal se dégagent avec une netteté grandissante.

C'est à ce point de vue qu'on a vraiment le droit de dire qu'il existe une science française; car, si la connaissance des phénomènes est une de sa nature, et n'a pas à compter avec les distinctions de race ou de nationalité, l'idée qu'on se fait des choses n'est nullement indifférente au progrès de l'observation elle-même, qu'elle guide en l'orientant vers des voies fécondes. Or, tandis que, dans d'autres pays, on se contente volontiers de recueillir des faits, évitant avec une défiance systématique toute tentative de les réunir en théorie, chez nous on professe de longue date ce qu'exprimait si bien M. H. Poincaré dans son discours au Congrès de Physique de 1900, c'est-à-dire que « le savant doit ordonner : on fait la science avec les faits, comme une maison avec des pierres; mais une accumulation de faits n'est pas plus une science, qu'un tas de pierres n'est une maison ».

A toutes les époques, le mérite de nos grands hommes de science est d'avoir tenu dans leurs mains de ces flambeaux directeurs qui éclairaient la route de leurs contemporains, méritant, par les services rendus, une gratitude dont nous ne saurions nous affranchir sous le prétexte que la lumière projetée avait parfois ses défaillances, et qu'on dispose aujourd'hui d'instruments plus perfectionnés.

Nulle part cette disposition nationale ne s'est manifestée avec plus d'éclat ni plus de succès que dans le développement de la science cristallographique, la plus française qui soit par ses origines; car c'est un des nôtres, Carangeot, qui a inventé le goniomètre d'application, l'instrument si simple qui sert à mesurer les angles des cristaux; c'est un autre Français, Romé de l'Isle, qui a su manier cet ingénieux outil de façon à découvrir, en 1783, le principe de l'invariabilité des angles mutuels des faces dans une même forme. Enfin, quelques années plus tard, notre compatriote l'abbé Haüy construisait sur cette base l'édifice, aussi simple que majestueux, de la première doctrine cristallographique. Il convient d'en rappeler succinctement le principe.

I

Sur sa table de travail, Haüy vient d'étaler une série de cristaux qui tous appartiennent à l'espèce connue sous le nom de chaux carbonatée. Il a beau savoir que, dans chacun de ces cristaux, les faces homologues, quoique susceptibles d'un développement inégal, font entre elles des angles dièdres invariables, cette loi ne suffit pas pour mettre de l'ordre dans une pareille richesse de formes en apparence incompatibles. Ici, voilà des pyramides très pointues, à douze faces triangulaires, dont les deux moitiés se raccordent par un hexagone en zigzag. A côté, d'autres échantillons ne montrent que des prismes à six pans, mais ceux-ci sont couronnés tantôt par une base unique, tantôt par la combinaison de cette base avec trois facettes qui lui sont tangentes, tantôt par une pyramide triangulaire aplatie, qui fait du sommet du cristal une tête de clou. Parfois les cristaux sont allongés, presque aciculaires; d'autres échantillons, ramassés comme en boule, portent douze faces à peu près semblables, de contour pentagonal. D'autres enfin seraient facilement pris pour des cubes. N'est-ce pas une vaine tentative, de chercher une loi de dérivation commune dans cette multitude de polyèdres, qui ne semblent se rattacher les uns aux

autres que parce que le nombre de leurs faces est le plus souvent, mais pas toujours, un multiple de 3?

Heureusement, les cristaux de carbonate de chaux sont fragiles, et de ce défaut même va sortir pour Haüy un précieux enseignement. Parmi les pyramides qu'il a sous les yeux, quelques-unes ont perdu leur pointe; mais la cassure qui en résulte n'est pas inégale et capricieuse, comme ce serait le cas avec du cristal de roche. Elle est parfaitement plane et brillante; souvent même elle se compose de trois facettes identiques, formant un pointement symétrique. Ce qui est plus remarquable encore, c'est que le choc d'un marteau fait naître indifféremment ce même pointement sur tous les cristaux, quelle que soit leur forme. Tous se *clivent*, c'est-à-dire se laissent débiter, suivant trois directions faisant entre elles le même angle; si bien qu'en continuant à les briser, de manière à faire disparaître l'une après l'autre toutes les faces originelles, on n'a plus, quel que soit le cristal primitif, qu'un noyau de forme constante.

Ce noyau est un solide appelé *parallépipède*, parce qu'il est limité par trois couples de faces, deux à deux parallèles. Les six faces se groupent symétriquement trois par trois autour de deux sommets opposés, et, si l'on s'arrange pour que la figure ainsi obtenue soit équilibrée dans tous les sens, on reconnaît que les six faces sont des losanges ou *rhombes* identiques, ce qui vaut au noyau le nom de *rhomboèdre*.

De cette observation, le lumineux esprit d'Haüy tire la conséquence que voici: Ce rhomboèdre, qui survit seul à la destruction de tous les cristaux, quels qu'ils soient, doit être la vraie forme, la *forme primitive*, du carbonate de chaux. Toutes les autres formes doivent pouvoir s'y rattacher, en considérant chacune de leurs faces comme le résultat d'une section plane ou *troncature* opérée sur les angles ou les arêtes du rhomboèdre primitif; car, les directions des faces ayant seules de l'importance dans les cristaux, on peut toujours, pour une face donnée, concevoir un plan parallèle qui viendra couper les arêtes du rhomboèdre.

D'ailleurs, le fait n'est point particulier au carbonate de chaux. Une foule d'autres espèces se comportent d'une manière analogue. Le sel marin, et avec lui la galène ou sulfure de plomb, par exemple, se clivent suivant trois directions à angle droit, qui engendrent des noyaux cubiques. La barytine ou sulfate de baryte se clive en prismes droits à base de losange; l'anhydrite ou sulfate de chaux anhydre, en prismes rectangulaires à faces inégalement brillantes, etc. Par une généralisation hardie, Haüy érige ce fait d'observation en principe universel. Tous les cristaux sans exception doivent avoir pour noyau un parallépipède, et,

comme un tel solide géométrique est susceptible d'une suite ordonnée de variétés à symétrie décroissante, depuis le cube jusqu'au polyèdre composé par trois couples de parallélogrammes inégaux et obliques les uns sur les autres, le secret de l'inégale symétrie des cristaux devra se trouver dans la forme de leur noyau primitif, invariable pour une substance donnée.

Effectivement, en comparant ce noyau, tel qu'il est révélé par le clivage, avec les formes plus compliquées des cristaux naturels, Haüy s'assure que toute modification opérée sur un élément du noyau se répète sur tous les éléments identiques. Ainsi, qu'une troncature équilatérale se substitue à un angle d'un cube, les sept autres angles porteront la même modification. Qu'une des arêtes de ce cube soit abattue par une face tangente, les douze arêtes seront abattues de la même façon. C'est la *loi de symétrie*, qui va devenir la règle infaillible dans l'analyse des formes dérivées, et permettra de distinguer celles qui sont simples de celles qui découlent de la superposition de plusieurs formes indépendantes.

Haüy va plus loin encore: Puisque chaque face est une troncature qui, dans le cas le plus général, abat un angle du noyau primitif; puisque, d'autre part, la direction de cette face importe seule, et non sa position, il est facile de la définir avec précision, en faisant connaître les rapports mutuels des longueurs interceptées sur les trois arêtes de l'angle qu'elle tronque, ces longueurs elles-mêmes pouvant être évaluées en fraction de la dimension des arêtes du noyau normal. Or, en procédant à cette mesure, Haüy découvre avec surprise que ces rapports sont toujours simples, et que, pour tous les cristaux, ils peuvent constamment s'exprimer par des fractions dont les deux termes sont des nombres entiers. C'est ce qu'on appelle des fractions *rationnelles*.

Ainsi, supposons qu'une troncature intercepte, sur les arêtes d'un angle, trois longueurs qui, exprimées en fractions de la dimension propre des arêtes, soient entre elles comme les nombres 1, 3 et 5. Une autre troncature, absolument quelconque, et n'appartenant pas à la même forme, interceptera des longueurs telles que 1, 2, 7; de sorte que les rapports $\frac{1}{1}, \frac{3}{2}, \frac{5}{7}$ seront toujours rationnels. A la loi de symétrie vient donc se joindre la *loi des troncatures rationnelles*; et ces deux lois ensemble régiront toutes les combinaisons de la matière cristallisée.

II

Jusqu'ici l'expérience seule a parlé. Observateur habile et perspicace, Haüy a su constater des faits

qui n'apparaissent pas au premier coup d'œil, et les grouper en lois expérimentales, d'une portée absolument générale. Mais voici que va se manifester le savant de race française, qui veut trouver la signification intime des rapports révélés par l'observation.

Il lui suffira pour cela de rapprocher, par une relation de cause à effet, les deux notions fondamentales du parallépipède primitif et des tronçatures rationnelles. Puisque le clivage permet de réduire n'importe quel cristal de carbonate de chaux, par exemple, en rhomboèdres de plus en plus petits, mais toujours identiques, n'est-il pas naturel d'admettre qu'un rhomboèdre soit composé par la juxtaposition régulière et l'empilement ordonné d'une foule de rhomboèdres élémentaires de la même forme, qui seront, selon l'expression d'Haüy, les *molécules intégrantes* du noyau? Dans ce cas, si l'on suppose ces molécules assez petites pour que l'appréciation de leurs formes et de leurs dimensions échappe à nos sens, lorsque, sur un angle d'un rhomboèdre, on voudra faire naître une face quelconque, il suffira d'enlever, sur les trois faces aboutissant à cet angle, un certain nombre de rangées contenant chacune un nombre entier de molécules intégrantes. Après quoi, à la place de l'angle, il restera une tronçature en forme d'escalier dentelé, dont chaque marche aura la hauteur d'une molécule. Mais les dimensions sont si petites que l'impression produite sur nos organes par cet escalier sera celle d'une face plane et continue. Et comme chaque arête limitative de ce plan représente forcément un nombre entier de molécules, les rapports mutuels des arêtes appartenant à diverses faces ne pourront être que *rationnels*.

Nous voilà donc parvenus, du premier coup, à une conception infiniment claire de la nature intime d'un corps cristallisé. C'est un assemblage ordonné d'éléments *parallépipédiques*, dans lequel, par l'addition ou la soustraction d'un nombre entier d'éléments, on peut faire naître toutes les formes compatibles avec la symétrie propre du noyau.

Chose curieuse! au lieu de se laisser séduire par ce qu'il y avait de lumineux et de simple dans cet ensemble de conceptions, les cristallographes étrangers, surtout ceux de l'École allemande, s'obstinaient à chercher une autre formule. Weiss a cru la trouver dans ce qu'il a appelé la *loi des zones*.

Il faut dire qu'une zone, en Cristallographie, est l'ensemble de toutes les faces qui sont parallèles à une même direction; de sorte que, si elles étaient seules, elles engendreraient un cylindre à base polygonale, ayant cette direction pour axe. Or l'observation montre que les zones comprenant plus de deux faces sont fréquentes dans les cris-

taux, et qu'en outre, quand une forme relativement simple est donnée, par exemple celle d'un prisme hexagonal coiffé par la pyramide correspondante, si cette forme vient à *s'enrichir* en facettes adventives, celles-ci auront une tendance marquée à venir se placer de préférence dans les zones engendrées par la combinaison d'une des faces de la pyramide avec une de celles du prisme.

Il semble donc que, par ce seul fait qu'une zone existe (et pour cela il suffit que deux faces soient développées), elle *appelle*, en quelque sorte, les nouvelles faces à venir. Et fréquemment une de ces nouvelles faces s'arrange de manière à se trouver à la fois dans deux zones préexistantes, ce qui la détermine absolument, puisque la direction d'un plan est fixée quand on connaît celle de deux lignes que le plan doit contenir.

Une telle disposition ne saurait être un effet du hasard. Elle doit trouver sa raison d'être dans les propriétés fondamentales de la matière cristallisée. C'est pourquoi Weiss a cru pouvoir se passer de la formule d'Haüy, et lui substituer une loi longtemps réputée plus générale, dont l'énoncé est le suivant :

Dans le développement progressif des différents termes d'une série cristalline, chaque terme ultérieur est déterminé par les zones que forment entre eux les termes précédents.

Quelle distance entre cet énoncé, à l'allure essentiellement germanique, et la formule d'Haüy, toute empreinte de la limpidité même des cristaux! Encore, si cette infériorité était rachetée par une portée plus générale! Mais pas du tout. Traduite en bon français, la loi des zones exprime tout simplement qu'un corps cristallisé est entièrement défini en puissance par quatre faces non parallèles entre elles; car ces quatre faces, prises deux à deux, engendrent six zones, lesquelles, combinées entre elles, en font naître de nouvelles, et ainsi de suite indéfiniment. Or, si l'on fait passer trois des quatre faces par un même point, et que la quatrième soit logée dans l'intérieur du trièdre ainsi obtenu, on engendre une pyramide à quatre faces triangulaires; et cette pyramide est elle-même le quart du parallépipède qui serait élevé sur le double de sa base triangulaire.

Nous voilà donc ramenés au noyau parallépipédique d'Haüy, noyau dont nous savons que nous pouvons tirer toute la série des formes admissibles, en joignant trois à trois les points de division des arêtes fondamentales, préalablement sectionnées en parties égales. Il y a mieux, et, parce que nous sommes libres d'opérer ces jonctions en partant des combinaisons les plus simples, cela nous donne l'assurance de constituer une série beaucoup mieux ordonnée que celle où il faudrait

faire appel à la seule expérience, la production des faces cristallines pouvant parfois dépendre de certains caprices extérieurs, capables de masquer plus ou moins les tendances propres du corps cristallisé.

En résumé, la théorie française d'Haüy n'a pas seulement le mérite de la simplicité. Elle va plus loin que l'autre, et pénètre dans ce domaine des causes intimes, dont la doctrine allemande semblait se refuser systématiquement l'accès.

III

Cependant, il est impossible au génie, quelque grand qu'il soit, de trouver du premier coup la formule définitive. Si, à certains égards, sa puissance de conception devance l'avenir, son édifice doctrinal repose sur des faits, dont une observation plus attentive et mieux outillée enrichira beaucoup le catalogue, en même temps que la définition de quelques-uns d'entre eux pourra s'en trouver modifiée.

C'est ainsi que, dès le temps d'Haüy, la grande loi de symétrie se voyait mise en défaut dans certains cas, assez rares, avait-il semblé d'abord, pour qu'on pût les traiter comme des exceptions accidentelles. Par exemple, plusieurs cristaux, comme ceux de la pyrite de fer, n'offraient que la moitié des faces exigées par la symétrie de leur noyau cubique. D'un autre côté, par sa conception des molécules intégrantes, étroitement juxtaposées et empilées, Haüy semblait admettre, au moins implicitement, la continuité de la matière cristallisée. Or, les cristaux, comme tous les autres corps solides, se dilatent par la chaleur, et se contractent par le froid. Il faut donc qu'entre leurs derniers éléments il subsiste des intervalles susceptibles de variation. Donc, leurs dernières particules ne doivent pas être contiguës.

Faudra-t-il, pour cela, renoncer d'une manière complète à la conception d'Haüy? Mieux inspiré, un élève de ce grand maître, Delafosse, guidé par ce bon sens pratique qu'on nous permettra encore de présenter comme une qualité française, soupçonne que la solution du problème doit se trouver dans une interprétation moins rigoureusement géométrique des faits observés. La loi de symétrie dit que les éléments identiques seront identiquement modifiés. Mais les cristaux ne sont pas de simples polyèdres : ce sont des objets réels et concrets, où l'identité géométrique n'implique pas nécessairement l'identité physique. Au lieu de composer un cube avec des molécules intégrantes cubiques et contiguës, imaginons que les particules aient la forme de tétraèdres réguliers, c'est-à-dire de pyramides à faces de triangles équilatéraux. En

les orientant toutes de la même façon, on formera, de ces pyramides, des strates, dont l'empilage pourra donner naissance à un cube; sans doute il y subsistera des vides, puisque c'est par leurs pointes que les tétraèdres d'une face viendront toucher les bases planes de la strate supérieure. Mais, si les éléments sont très petits, les vides seront pratiquement négligeables.

Or, dans ce cas, on voit bien que les deux extrémités d'une arête cubique, suite de tétraèdres empilés, n'ont pas la même signification *physique*, puisque l'une fait apparaître une *base*, et l'autre une *pointe* de pyramide. Donc il est naturel que ces deux extrémités ne se modifient pas ensemble. Dès lors l'*hémiedrie*, c'est-à-dire la réduction à moitié du nombre des faces admissibles, non seulement n'apparaît plus comme une exception capricieuse, mais s'encadre dans la conception générale, en accusant un lien de plus entre les faits d'observation et la cause profonde qui les détermine.

Ce premier pas une fois franchi, Delafosse est conduit à en faire un autre, non moins décisif. Pourquoi, sur une même ligne, les particules intégrantes seraient-elles contiguës? Il suffit qu'elles y soient également espacées. On voit de suite que cet espacement laissera toute latitude à l'accomplissement des variations de volume; et, en outre, il est aisé de s'assurer que les particules ainsi ordonnées formeront un *réseau de parallépipèdes*, chaque particule occupant, par son centre de gravité, le sommet de l'un de ces noyaux parallépipédiques dont la juxtaposition produit l'assemblage. Par ce moyen, les molécules intégrantes d'Haüy n'ont plus qu'une réalité *géométrique*. Elles délimitent les lignes maîtresses de l'ordonnance qui préside à l'édifice cristallin; et la réalité *physique* appartient seulement aux particules non contiguës, dont l'espacement fixe précisément les dimensions du noyau primitif de l'assemblage.

Telle est la première évolution de la doctrine d'Haüy. Sans qu'elle ait rien perdu de sa limpidité, sans que son expression première ait été sensiblement modifiée, la voilà mise en accord avec une nouvelle catégorie de phénomènes, en même temps que disparaît toute contradiction entre la conception fondamentale et la notion de discontinuité de la matière pondérable. C'est à Bravais que reviendra maintenant l'honneur de développer la théorie des assemblages réticulaires, et d'en tirer toute une série de conséquences fécondes.

IV

Dans ses *Études cristallographiques*, dont la publication a commencé en 1849, Bravais ne s'est

pas borné à donner une classification rigoureuse, en même temps qu'une théorie géométrique, aussi élégante que complète, des assemblages réticulaires. Fidèle à l'esprit de ses devanciers, il s'est attaché à faire ressortir la notion de cause, en rattachant plus étroitement que jamais les faits cristallographiques à la nature des éléments des cristaux.

Ceux-ci, par leurs formes géométriques, trahissent l'ordonnance intime dont ces formes sont l'expression extérieure. Mais ils la trahissent encore mieux par la frappante régularité avec laquelle s'y distribuent les propriétés physiques de toute nature. Un fait, commun à tous les cristaux, domine cette disposition : C'est que les propriétés physiques, variables avec les directions suivies, sont identiques pour toutes les directions parallèles, quel qu'en soit le point de départ. Or, ces propriétés, dans un corps qui a passé lentement de l'état fluide à l'état solide, ne peuvent dépendre que de l'arrangement des particules matérielles. Celui-ci obéit donc à la même loi, c'est-à-dire que, variable avec les directions, il est le même pour toutes les lignes parallèles. On en déduit sans peine, d'une part, que, sur une direction donnée, les particules matérielles doivent être équidistantes; d'autre part, que toutes ensemble occupent, par leurs centres de gravité, les *noeuds* ou sommets d'un assemblage réticulaire, c'est-à-dire formé de parallélépipèdes égaux et régulièrement juxtaposés.

Or, la symétrie, dans un système réticulaire, est assujettie à des conditions spéciales. Elle n'obéit pas seulement aux lois générales qui gouvernent la symétrie de tous les polyèdres géométriques, et que Bravais s'attache à définir exactement. La forme parallélépipédique de l'assemblage impose des sujétions particulières, par suite desquelles les seuls axes de symétrie admissibles sont ceux de l'ordre 2, 3, 4 ou 6. Examinant alors quelles combinaisons ces axes et les plans de symétrie peuvent former entre eux, Bravais démontre qu'elles engendrent sept groupes distincts, qui sont précisément ceux qu'Haüy avait définis (le système ternaire ou rhomboédrique étant séparé du système hexagonal). Il y a donc une remarquable concordance entre les résultats de l'observation et ceux de la théorie. Pour la première fois, on aperçoit nettement la cause qui limite de façon si étroite le genre de la symétrie dans les cristaux. Pour la première fois, aussi, apparaît la raison profonde de ce fait si frappant, qu'il n'existe pas de cristaux dont la symétrie soit coordonnée autour du nombre 5, alors que cette ordonnance est si fréquente dans le règne organique, notamment pour les Échinodermes. C'est que la symétrie *quinnaire*

est absolument incompatible avec les conditions géométriques des assemblages parallélépipédiques.

Mais pourquoi, parmi les variétés, au nombre de sept, que peuvent offrir les systèmes réticulaires, un corps donné choisit-il toujours la même? C'est qu'évidemment une raison d'équilibre mécanique, propre à la substance, domine ce choix; et cette raison ne peut être logiquement cherchée que dans la forme même des éléments du cristal. Si ces éléments ont une symétrie propre, leur équilibre sera le mieux assuré quand cette symétrie sera d'accord avec celle du réseau choisi. Supposer les particules sphériques ou agissant comme telles, c'est enlever toute cause raisonnable à l'adoption d'un genre de symétrie réticulaire de préférence à tout autre.

Ce principe une fois admis, on entrevoit de suite une conséquence capitale. Puisqu'il n'existe que sept variétés de systèmes réticulaires, un corps qui cristallise est forcé d'opter en faveur de l'une d'elles, vraisemblablement de celle avec laquelle il a le plus d'éléments communs. Mais la particule cristalline, dont la forme détermine ce choix, n'est pas un parallélépipède. Les lois qui régissent sa symétrie sont beaucoup moins étroites. Elle peut posséder des éléments auxquels les assemblages réticulaires n'aient pas droit, comme aussi elle peut ne contenir qu'une partie des éléments de symétrie du système choisi. Il y aura donc deux cas à considérer dans la cristallisation : ou bien la particule est pleinement satisfaite par le système adopté; ou elle n'est que partiellement en harmonie avec lui.

Dans le premier cas, une forme cristalline se présentera toujours avec la totalité des faces que fait prévoir la symétrie géométrique du réseau. Elle sera donc *holoédrique*. Dans le second cas, une partie seulement des faces géométriquement admissibles se produira : celles qui sont commandées par les éléments communs au système et à la particule. La forme sera incomplète ou *mériédrique*⁴.

Pour savoir quelles variétés comporte ce second cas, évidemment le plus fréquent de tous, puisque c'est par exception seulement qu'un polyèdre moléculaire se trouvera en harmonie complète avec un système réticulaire, il suffit de rechercher suivant quelles lois peut se produire le désaccord entre les deux symétries. Bravais résout le problème dans une analyse qui restera comme un modèle de lumineuse élégance, et, du coup, voilà classés, dans un ordre logique, tous les genres, jusque-là réputés indépendants, de formes mériédriques, alors que la Cristallographie allemande

⁴ Le mot de *méroédrique*, employé en Allemagne, semble plus conforme à l'étymologie.

avait dû se borner à en dresser le catalogue, sans pouvoir établir aucun lien entre eux, comme s'ils correspondaient à autant de fantaisies de la Nature, cherchant à échapper, par des moyens divers, aux lois fondamentales de la cristallisation. Ainsi, plus de *parahémiédrie*, d'*antihémiédrie*, d'*énantiomorphisme*, ni d'*hémimorphisme*, mais une chaîne parfaitement rationnelle de dérivations, dont chaque anneau trahit ce qui manque à la particule pour que sa symétrie soit pleinement d'accord avec celle du réseau. Et cette chaîne est si complète qu'elle prévoit des combinaisons encore inconnues, dont, quelques années plus tard, l'expérience apportera la confirmation.

En même temps, la théorie montre pourquoi la généralité du phénomène avait si complètement échappé aux premiers observateurs. C'est que la réduction qui accuse la méridrie ne peut faire sentir son plein effet que sur les formes dont les éléments ne sont ni parallèles, ni perpendiculaires aux axes de symétrie. Or, ces formes sont justement celles qui ont le moins de chances de se produire, parce que leurs faces sont moins chargées que les autres de centres moléculaires, ainsi qu'il est aisé de le calculer. La Nature, toujours fidèle au principe de la moindre action, produit le plus volontiers les formes qui résisteront le mieux à la destruction, parce que, sur leurs faces, les particules se montrent plus étroitement serrées. Mais ces formes ne réclament, pour leur génération, qu'une partie des éléments de symétrie du réseau. Si cette partie est justement celle qui est respectée dans le polyèdre moléculaire, il n'y aura pas de réduction du nombre des faces, et la méridrie demeurera latente.

La théorie de Bravais est si séduisante, elle complète si heureusement l'édifice des Haüy et des Delafosse, qu'elle a fini par s'imposer à notre enseignement, surtout à partir du moment où l'on a réussi à en simplifier l'exposé, que, par une sorte de coquetterie de géomètre, l'auteur avait enveloppé d'un appareil un peu rébarbatif pour des commençants. Mallard est de ceux qui s'y sont appliqués avec le plus de succès, et la cause qu'il défendait a pu sembler définitivement gagnée, lorsque ce savant, dans une suite de recherches mémorables, a montré qu'on pouvait rattacher à la doctrine de Bravais toute une série de phénomènes nouveaux qui, au premier abord, avaient paru la mettre en échec.

V

En effet, au moment même où se terminait la carrière de Bravais, l'introduction des méthodes optiques et leur application à l'examen des plaques minces en lumière polarisée venaient mettre un nouveau sens à la disposition des minéralogistes.

Mais cette conquête nouvelle ne marchait pas sans surprises, et, à chaque instant, on rencontrait des cas de désaccord entre la théorie et l'expérience. Une substance de symétrie cubique, qui aurait dû être optiquement isotrope, manifestait une biréfringence incontestable; telle autre était optiquement biaxe, quand sa cristallisation ne laissait prévoir qu'un seul axe. C'est alors que, dans son Mémoire sur les *Anomalies optiques*, Mallard fit voir que les cristaux anormaux n'étaient pas homogènes, qu'ils se composaient de parties distinctes, de symétrie inférieure à celle de l'ensemble, mais groupées de façon à composer, par leur arrangement, un édifice plus symétrique que ses éléments constituants.

Il restait à découvrir la cause de ce groupement. Le plus souvent, l'étude attentive des parties associées révélait chez elles une symétrie, à la vérité d'espèce inférieure, mais peu éloignée de ce qui convenait à un degré plus élevé. Déjà Pasteur avait appelé l'attention des minéralogistes sur ce qu'il appelait les *formes-limites*, en montrant que, quand une espèce minérale est *dimorphe*, c'est-à-dire susceptible de donner naissance à des cristaux appartenant à deux systèmes distincts, la forme la plus symétrique est une forme-limite ou approchée de l'autre, en ce sens que, dans cette dernière, les directions et les paramètres des axes s'approchent des valeurs qui conviennent à la première.

Élargissant cette notion de *symétrie-limite*, pour l'appliquer non plus seulement aux cristaux, mais aux assemblages réticulaires, Mallard va la rendre infiniment féconde et en tirer d'importantes conséquences, qui lui serviront à expliquer, non seulement les anomalies optiques, mais un bon nombre des associations connues sous le nom de *maeles*. Ces dernières consistent, en général, dans l'accolement de deux cristaux laissant entre eux un angle rentrant. Dans quelques-unes, il y a pénétration mutuelle des éléments de la macle, qui s'enchevêtrent plus ou moins l'un dans l'autre.

Depuis longtemps la sagacité des cristallographes s'exerçait sur ce sujet. Bravais l'avait abordé avec sa hauteur de vues habituelle, mais sans en donner une solution complète. D'autres s'étaient bornés à classer les maeles par catégories, suivant la nature des mouvements qu'il convenait d'imaginer pour amener en coïncidence les réseaux des deux cristaux accolés. Sur un point du moins, tous s'accordaient : c'était pour reconnaître que l'effet ordinaire des maeles était de proenrer, à l'ensemble des individus associés, une symétrie supérieure à celle de chacun d'eux.

Ici, on voyait deux cristaux d'Albite, l'un et l'autre dépourvus de symétrie, s'accoler suivant une face commune, mais en se tournant réciproquement,

de telle sorte que l'ensemble avait pour plan de symétrie la face de jonction. Souvent même, la macle se répétait un grand nombre de fois, les cristaux composants se réduisant en lamelles de plus en plus fines, de sorte que leur association finissait par constituer un individu monoclinique. Ailleurs, c'était la *Croisette* de Bretagne, c'est-à-dire l'association en croix grecque de deux cristaux de Staurotide, individuellement plus longs que larges, mais engendrant, par leur croisement, un cristal équilibré suivant deux directions rectangulaires. Enfin, dans la Christianite, cet équilibre trouvait moyen de se réaliser suivant trois axes à angle droit, par la combinaison de deux macles semblables; après quoi, on voyait les trois pointements se raccourcir jusqu'à disparition complète des angles rentrants, ne laissant plus apparaître au dehors que douze losanges, identiques d'apparence avec ceux qui limitent le dodécaèdre rhomboïdal du système cubique. D'autres fois, dans la macle de la *Croix de fer*, deux dodécaèdres pentagonaux de Pyrite, c'est-à-dire deux formes hémédriques, s'enchevêtraient avec une telle régularité que la partie commune aux deux cristaux reconstituait le cube pyramidé holoédrique, dont chacun représentait la réduction à moitié.

Dans tous ces exemples, le gain de symétrie réalisé par la macle ne pouvait faire de doute. Or la symétrie d'un édifice naturel est le gage extérieur de sa stabilité, car mieux la disposition est équilibrée relativement aux diverses directions de l'espace, plus l'édifice a de chances de résister aux agents extérieurs de destruction. On comprend donc que, si quelque arrangement peut procurer à un corps un degré de symétrie plus élevé, une simple raison d'équilibre mécanique doit le porter à réaliser cette disposition favorable.

Nulle part, la recherche de cet équilibre n'éclate mieux que dans la double macle de la Christianite, dont nous venons de parler. Quoi de plus typique que ce raccourcissement systématique des trois branches, se ramassant sur elles-mêmes, se *pelotonnant*, oserons-nous dire, de façon que la macle n'offre plus que des angles saillants, en même temps que, de toutes les formes régulières, elle choisit celle qui diffère le moins d'une sphère, l'idéal des polyèdres en fait de résistance vis-à-vis du dehors!

Encore faut-il cependant que cette réalisation d'un arrangement favorable puisse être obtenue avec le minimum d'effort. C'est ici que Mallard fait intervenir avec succès la symétrie-limite. Supposons qu'il existe, dans le réseau d'une substance, un axe-limite d'ordre ternaire, c'est-à-dire tel qu'une rotation de 120 degrés autour de cette ligne ramène presque exactement en coïncidence les éléments du réseau cristallin. Cela suffira pour que

trois cristaux de l'espèce s'associent autour de l'axe en question, chacun prenant une des orientations que déterminerait une symétrie ternaire parfaite. De cette façon, l'ensemble des trois cristaux sera plus voisin du réseau ternaire que ne l'était chacun d'eux individuellement, et par cela même le groupement aura gagné en stabilité.

Tel est le cas de l'Aragonite, et une explication semblable paraît convenir à un grand nombre de macles. Toujours la recherche d'un groupement plus stable, qui n'est elle-même qu'une application du principe de la moindre action, y est facilitée par le fait que la symétrie du réseau diffère peu de ce qui conviendrait à un degré plus élevé. La symétrie-limite apparaît donc comme une propriété générale et protectrice des édifices cristallins.

C'est de la même façon que, dans certaines variétés de Grenat, malgré une concordance absolue de la forme extérieure avec celle du dodécaèdre rhomboïdal du système cubique, l'étude optique révèle que chaque face se décompose en quatre triangles biréfringents. Chacun d'eux est la base d'une pyramide biaxe, mais de symétrie-limite quasi-cubique. Grâce à cette circonstance, l'angle au sommet de la pyramide se trouve tel que, si quarante-huit de ces polyèdres se groupent autour d'un même point, tout l'espace se trouvera rempli, en même temps que l'enveloppe extérieure sera un dodécaèdre presque parfait.

Une troupe assaillie par un ennemi supérieur se forme en carré, aux angles abattus, parce qu'elle n'a besoin de résister que dans le plan où se produit l'attaque. Les cristaux de grenat font mieux. Menacés dans toutes les directions de l'espace, ils se rassemblent autour d'un point, offrant partout la même résistance, parce qu'il ne reste plus entre eux que des vides insignifiants. On dirait d'une ingénieuse *tricherie*, par laquelle une espèce parvient à dissimuler ce qui lui manque pour conquérir un degré supérieur de stabilité.

La généralité de ces combinaisons une fois constatée, ce ne sera plus s'aventurer avec excès que de se demander si vraiment les différences entre les réseaux cristallins, suivant les espèces, ont bien toute l'importance qu'on a coutume d'y attribuer. En se fondant sur les formes extérieures dominantes, on a tout naturellement classé tel corps dans le système hexagonal, et tel autre dans le système rhombique, tandis qu'un troisième était communément regardé comme cubique. Mais cette différence peut être plus apparente que réelle, et Mallard fait voir, en effet, que les paramètres caractéristiques de ces espèces sont faciles à ramener les uns aux autres, au besoin à l'aide d'une transformation qui consiste à multiplier quelques-uns d'entre eux par des nombres très simples. Alors

apparaît, dans tous les trois, une symétrie extrêmement voisine de celle du cube.

Mais ceci, dira-t-on, est une vue de l'esprit; et cette assimilation, obtenue à l'aide d'un artifice de notation, ne se justifie pas par une expérience directe. Attendons! voici venir la célèbre notion de l'isomorphisme, qui va donner une base réelle à la nouvelle conception.

V]

On sait que deux substances sont dites *isomorphes* lorsqu'elles peuvent s'associer ensemble *en toutes proportions*, pour donner naissance à des cristaux homogènes. Ainsi les trois sulfates de magnésie, de zinc et de fer, une fois mélangés, peuvent engendrer des cristaux où les quantités relatives de fer, de zinc et de magnésie ne sont pas assujetties à la loi des proportions définies, qui règle toutes les combinaisons chimiques. Il faut donc admettre que ces trois substances se substituent indifféremment les unes aux autres, sans qu'il en résulte aucun trouble dans l'arrangement de l'édifice.

Dans l'exemple choisi, la chose paraît s'expliquer sans difficulté; car les trois sulfates, pris isolément, engendreraient des cristaux presque complètement identiques. On comprend donc que leurs polyèdres moléculaires puissent être admis, au même titre, à l'édification d'un assemblage réticulaire unique.

Mais il n'en va pas de même quand l'expérience enseigne qu'on peut faire cristalliser ensemble, en toutes proportions, le chlorate de soude cubique, le chlorate de potasse monoclinique et l'azotate de soude rhomboédrique. Comment ces trois noyaux, de symétrie incompatible, pourraient-ils se substituer les uns aux autres sur les nœuds d'un même réseau? Ici, vraiment, la tolérance de la Nature semble passer les bornes.

Cependant l'anomalie va disparaître, si nous examinons plus attentivement les cristaux eux-mêmes. Nous remarquerons alors que leur système cristallin est si peu fixe qu'il change avec la température. Cela donne l'idée de comparer leurs paramètres avec ceux du système cubique. Tantôt la presque identité des chiffres saute aux yeux du premier coup; tantôt elle devient évidente après multiplication par des facteurs simples. Donc la symétrie apparente de ces sels isomorphes nous trompait sur la vraie nature de leur réseau. S'il n'est pas rigoureusement cubique, il s'en faut du moins de bien peu.

La même constatation peut se faire sur un grand nombre de substances, appartenant aux groupes chimiques les plus divers, si bien qu'on arrive à reconnaître, avec Mallard, que tous les corps, sans

exception, doivent posséder un réseau cristallin très voisin de l'assemblage cubique.

Cette conclusion n'a rien que de très naturel et concorde avec une foule de résultats d'expérience. On sait que les planètes, comme leurs orbites, ont en réalité une forme elliptique. Cependant, l'excentricité de ces ellipses est si faible, qu'un œil exercé, non armé d'un appareil micrométrique, ne saurait les distinguer de cercles parfaits. De même, les propriétés physiques des différents corps: conductibilité calorifique, conductibilité optique, etc., s'expriment par des ellipsoïdes à trois axes. Mais les trois axes sont si peu différents que, représenté par un dessin à l'échelle, chaque ellipsoïde fait l'effet d'une sphère.

On comprend donc que si, théoriquement, les parallélépipèdes qui forment les noyaux des assemblages oscillent depuis le cube jusqu'au prisme doublement oblique, ce dernier puisse, dans la plupart des cas, n'être qu'un cube légèrement déformé dans tous les sens. Mais, comme sa symétrie est déterminée par celle de la particule matérielle qui s'y adapte, la conclusion rejaillit sur cette dernière. D'où il résulte que toutes les particules élémentaires des cristaux jouiraient d'une forme peu éloignée de ce qui convient à une symétrie cubique.

Là encore, il sera permis d'apercevoir une conséquence du principe de la moindre action; car si, à chaque particule cristalline, on substitue la sphère qui représente son rayon d'activité, la combinaison la plus simple est celle qui permettra à toutes les sphères de s'empiler de manière à occuper le minimum d'espace. Or cet arrangement, qui est celui d'une pile de boulets, se résume dans la formation d'un réseau d'octaèdres réguliers, c'est-à-dire doué de symétrie cubique.

À côté de l'isomorphisme, un autre phénomène apparaît, qui en offre l'exacte contre-partie, c'est le *polymorphisme*, c'est-à-dire la propriété, que présentent certaines substances, de revêtir, sans changement de densité ni de propriétés chimiques, des formes cristallines incompatibles. Tel le bisulfure de fer, cubique avec la Pyrite, rhombique avec la Sphérite; tel l'oxyde de titane, quadratique, mais de deux façons différentes, avec le Rutile et l'Anatase, tandis qu'il est rhombique avec la Brookite, etc. Déjà Pasteur a projeté sur cette bizarrerie apparente un rayon de lumière, par la considération des *formes-limites*, en faisant voir que les formes les moins symétriques d'un minéral polymorphe tendent vers les plus symétriques comme vers une limite. Dans cette même voie, Mallard cherche à montrer qu'il s'agit là de groupements, analogues à ceux des corps à symétrie-limite, et qui ne donnent pas des résultats iden-

tiques, parce qu'ils correspondent d'ordinaire à des températures de formation différentes. Complètement enchevêtrés l'un dans l'autre, les éléments du groupement fournissent l'une des variétés du corps polymorphe; plus localisés dans certaines parties, ils en donnent une autre, et la chaleur, en modifiant cet arrangement, peut opérer le passage de la première variété à la seconde.

Ainsi, l'ordre apparaît partout, même dans les phénomènes qui semblaient contradictoires avec les lois régulières de la cristallisation, et autour de l'idée de symétrie-limite s'introduit une impression générale d'harmonie, tendant à effacer les distinctions tranchées qu'un premier examen avait conduit à établir entre les manifestations de l'état cristallin.

En résumé, sans renoncer au principe de la théorie de Bravais, et en y ajoutant seulement la notion de symétrie-limite, Mallard a éclairé d'une vive lumière des problèmes de toute nature, dont plus d'un semblait posé, à l'origine, de manière à mettre en échec la doctrine des réseaux. Et, de ces problèmes, il a donné des solutions éminemment philosophiques, qui révèlent, dans la matière cristallisée, des propriétés où la grande notion de l'ordre se manifeste dans tout son éclat.

Comment donc se fait-il qu'au lieu d'entraîner une adhésion universelle, les belles théories de Mallard aient rencontré, surtout en Allemagne, une opposition qui les a fait presque entièrement abandonner? C'est ce qu'il nous reste maintenant à examiner.

VII

Ce qui domine toute la théorie de Bravais, c'est l'idée, essentiellement rationnelle, que la symétrie d'un cristal doit avoir sa raison d'être dans les conditions intrinsèques de forme de la substance qui cristallise. Chose singulière! une conception aussi logique semble avoir rencontré, chez les cristallographes de l'École allemande, une répugnance invincible. Ils se sont fait un devoir d'y échapper autant que possible, comme si c'était une hypothèse discutable, et leur rêve a toujours été de fonder l'édifice doctrinal de la Cristallographie sur des considérations purement géométriques, où la structure du cristal soit envisagée pour elle-même, et sans aucun égard à la cause qui la produit.

A cette répugnance naturelle se joignait une raison plus plausible, tirée de la forme, à vrai dire défectueuse, sous laquelle le rapport entre la structure et la substance était présenté par Bravais et ses continuateurs. Nous l'avons déjà dit: il est bien rare qu'une idée féconde puisse revêtir du premier coup son expression définitive. A l'époque où

Bravais publiait ses recherches, c'est-à-dire au moment où la théorie atomique prenait enfin pied dans la Chimie, il semblait tout naturel d'envisager la molécule chimique comme l'élément fondamental des corps cristallisés. On pouvait se croire autorisé à représenter cette molécule comme un polyèdre, dont les sommets étaient des atomes simples. Dans l'acte de la cristallisation, les polyèdres moléculaires devaient tout d'abord satisfaire à cette condition, que les centres de gravité vinsent se placer sur les nœuds d'un assemblage réticulaire. Ensuite, puisque tous les centres de gravité étaient des points homologues, toute ligne tirée de l'un d'eux et aboutissant à un sommet atomique avait nécessairement son homologue dans les autres polyèdres, en vertu du principe expérimental de l'égalité de constitution des milieux cristallisés suivant les directions parallèles. Il en résultait que *tous les polyèdres moléculaires devaient avoir la même orientation*. Une telle conclusion était d'autant moins propre à exciter quelque défiance, qu'elle semblait implicitement exigée par les conditions d'équilibre mécanique du milieu.

De cette manière, un cristal homogène apparaissait comme un édifice réticulaire simple, dont tous les nœuds étaient occupés par les centres de gravité de polyèdres moléculaires, tous identiques et semblablement orientés.

A la vérité, Mallard avait fait remarquer que certains phénomènes, tels que la polarisation rotatoire, semblaient exiger la présence, sur une même rangée, de molécules dont les orientations alternaient de trois en trois, de quatre en quatre, etc. Mais il lui paraissait suffisant de réunir ces molécules par groupes complexes, comprenant chacun toutes les orientations admissibles, ce qui l'autorisait à signaler l'analogie de ce groupement avec les phénomènes de *polymérisation*, connus en Chimie. C'était donc une exception, et, d'autre part, si l'orientation des molécules pouvait ainsi varier, du moins leur identité n'était pas mise en question.

Cependant, l'observation nous montre que certaines substances ont la faculté de donner, suivant les circonstances, des cristaux qui ne sont pas superposables. Les uns sont *droits*, les autres *gauches*, et leurs relations mutuelles sont celles d'un objet avec son image réfléchi par un miroir. Ces cristaux, dont l'étude a été l'un des premiers titres de gloire de Pasteur, peuvent d'ailleurs se produire ou séparément ou ensemble; et l'exemple bien connu du quartz montre que les parties droites et gauches sont susceptibles de s'enchevêtrer de diverses façons. Il faut donc, pour qu'une théorie cristallographique soit complète, qu'elle admette l'existence simultanée non seulement de polyèdres élémentaires d'orientations diverses, mais de po-

lyèdres non superposables. Même cette conclusion semble nécessaire pour les édifices pourvus de centre et de plans de symétrie, car deux objets symétriques relativement à de tels éléments sont forcément inverses et non superposables.

Partant de ces considérations, divers savants, notamment MM. L. Sohnke, Schoenflies, von Fedorow, Curie, etc., se sont proposé le problème suivant : Rechercher toutes les combinaisons d'objets régulièrement distribués, dans un espace indéfini, qui sont compatibles avec les exigences de l'homogénéité cristalline. C'est une question de haute géométrie, qui a déjà fait, en 1869, l'objet d'une étude de M. Camille Jordan sur les *Groupes de mouvements*.

En abordant ce problème, on reconnaît de suite qu'il est nécessaire d'élargir les conditions de la symétrie, telles que les avait posées Bravais. Dans les assemblages réticulaires de ce savant, tous les nœuds sont des centres de symétrie. En outre, il y a des axes de symétrie qui peuvent être d'ordre 2, 3, 4 ou 6; enfin des plans de symétrie, dont chacun sépare deux moitiés, se correspondant l'une à l'autre comme un objet et son image réfléchie par le plan. L'assemblage, supposé indéfini, est toujours ramené en coïncidence avec lui-même par une rotation, de l'angle convenable, autour de l'un de ses axes de symétrie.

Il n'en est plus de même si les objets dont il s'agit d'étudier la distribution régulière peuvent varier de forme ou d'orientation. Chaque nature d'objet, envisagée avec chacune de ses orientations admissibles, constitue une unité *sui generis* qui, considérée seule, se répète périodiquement dans le milieu cristallin, engendrant ainsi un assemblage réticulaire spécial, conforme aux réseaux de Bravais. Si, de cette unité, on veut passer à celles d'une autre catégorie, il ne suffira plus de faire subir à l'ensemble du cristal une translation ou une rotation. Les mouvements qui permettront à cet ensemble de se recouvrir lui-même seront nécessairement plus compliqués, puisqu'il faudra, par exemple, que certaines unités pivotent sur elles-mêmes pour pouvoir, après la translation, se superposer à celles qui n'en diffèrent que par leur orientation.

L'analyse géométrique montre que, dans ce cas, il doit y avoir des rotations *hélicoïdales*, la rotation habituelle autour d'un axe de symétrie étant accompagnée d'une translation suivant cet axe, comme il arrive pour le mouvement d'une vis. Il peut exister aussi, à côté des plans de symétrie ordinaires, des *plans de glissement* ou *plans de symétrie translationnels*, c'est-à-dire tels que la symétrie qu'ils déterminent ne soit satisfaite que moyennant un glissement de ces plans sur eux-mêmes. C'est seulement après cette translation, définie en grandeur et en

direction, que la moitié de gauche trouve à droite sa symétrique.

Pour donner une idée de la complication qui peut résulter de cette extension de la notion des assemblages homogènes, il suffira de dire que la suite des théorèmes géométriques nécessaires à la solution du problème occupe *six cents* pages dans l'ouvrage de M. Schoenflies, et que cet auteur évalue à *deux cent trente* le nombre des combinaisons admissibles, tandis que M. Sohnke se bornait à en considérer *soixante-dix*. Pour l'un comme pour l'autre, d'ailleurs, ces combinaisons complexes se répartissent entre *trente-deux* groupes principaux de symétrie, dont *sept* groupes holoédriques, correspondant aux réseaux de Bravais, et le reste s'appliquant aux structures méridiennes. À ce point de vue, et fidèles à l'ordre d'idées qui a jusqu'ici prévalu parmi leurs compatriotes, MM. Sohnke et Schoenflies n'ont pas manqué de signaler, comme un mérite de la nouvelle théorie, la ressource qu'elle offre de voir, dans les formes méridiennes; de simples variétés de *structure*, sans aucune hypothèse sur la *forme* des éléments composants. Étrange disposition, qui, dans l'étude d'une science naturelle comme la Cristallographie, regarde comme un succès de pouvoir perdre entièrement de vue la considération de la nature réelle et concrète!

Si la nouvelle conception n'avait d'autre inconvénient que d'obliger les minéralogistes, désireux de s'initier à la Cristallographie, à dépenser d'abord presque une année de leur temps dans des exercices de pure géométrie, il faudrait encore savoir s'y résigner, pour obtenir l'avantage de donner une base rationnelle aux démonstrations.

On pourrait, d'ailleurs, comme pis aller, recevoir des mains du mathématicien la classification des assemblages, et se borner à en faire l'application. Mais nous prétendons montrer que cet attirail peut être laissé de côté par les cristallographes, et que, au moins dans l'immense majorité des cas, ceux-ci ont avantage à se contenter des réseaux de Bravais, à la condition d'introduire, dans la formule de ce savant, une modification très simple, indiquée par M. F. Wallerant, dans ses remarquables études sur les anomalies optiques et les groupements cristallins.

VIII

Tout d'abord, nous remarquerons que, le nombre des catégories d'unités qu'on peut distinguer dans un milieu homogène étant forcément limité, l'ensemble de ces unités constitue un groupe destiné à se répéter périodiquement. Chacune des unités de ce groupe a son réseau géométrique propre, ne différant de celui d'une autre unité voisine que par sa position dans l'espace, et pouvant être amené-

en coïncidence avec lui par une simple translation suivant la ligne qui joint les centres des deux unités. Par conséquent, l'assemblage complexe, celui auquel seul s'applique la notion des axes hélicoïdaux et des plans de glissement, résulte, comme le reconnaît d'ailleurs M. Schoenflies, de l'enchevêtrement de réseaux congruents qui se pénètrent les uns les autres, leur nombre étant égal à celui des catégories distinctes d'unités composantes. L'édifice ainsi engendré peut se partager en fractions identiques, dont chacune a ses éléments distribués de la même façon autour de l'un d'entre eux choisi comme centre; et tous ces points centraux, identiques entre eux, forment ensemble un réseau normal de Bravais.

Cela revient simplement à prendre, pour point de départ de la théorie, non plus le polyèdre moléculaire, mais la partie du corps cristallisé qui, renfermant un représentant de chacune des unités distinctes, gravite autour de chaque point central.

En d'autres termes, partout où Bravais et ses continuateurs parlaient de *molécules* ou de *polyèdres moléculaires*, il suffit de substituer le mot de *particules complexes*, entendu comme il suit :

Dans sa théorie générale des groupements réguliers, M. Schoenflies a été amené à introduire la considération d'un élément qu'il appelle le *domaine fondamental*. C'est la partie de l'espace cristallin dans l'intérieur de laquelle il n'existe aucun organe de symétrie, et où, par conséquent, tout point réel du milieu est seul de sa nature, en même temps que ce domaine contient à coup sûr un représentant de tous les éléments distincts que le milieu comporte. En se répétant autour des organes de symétrie qui en limitent le contour, ce domaine en engendre d'autres, et le tout constitue un ensemble symétrique, le *domaine complexe*.

Or, supposons qu'un domaine fondamental, choisi comme le lieu de la partie initiale d'un cristal, contienne dans son intérieur une particule cristalline concrète, à l'égard de laquelle nous n'avons besoin de faire aucune hypothèse, et qui sera la *particule fondamentale* de M. Wallerant. Celle-ci, par rotation autour des axes de symétrie du domaine complexe, donnera des particules superposables à la première, mais pouvant différer d'orientation. Les plans de symétrie en donneront d'autres, inverses de la première; et le tout ensemble, occupant le domaine complexe, constituera la *particule complexe*, élément initial et individuel, non de la substance, mais du *corps cristallisé*.

Les particules complexes, ainsi définies, seront toutes orientées de la même façon, et auront leurs centres de gravité disposés sur les nœuds d'un réseau de Bravais; et cela en vertu de l'expérience qui nous révèle l'identité des propriétés physiques

des cristaux en tous les points. C'était sans droit que cette loi expérimentale avait été étendue aux intervalles *intermoléculaires*, beaucoup trop petits pour être accessibles à l'observation; et voilà pourquoi on pouvait taxer de conception fautive celle qui consistait à attribuer la même orientation à toutes les molécules. Quand nous disons, l'expérience en mains, que tous les points d'un cristal sont identiques, ce que nous considérons, ce ne sont pas des points géométriques, ni même des centres moléculaires, ce sont des *éléments de volume autour d'un point*. Selon toute vraisemblance, ces éléments renferment un grand nombre de centres moléculaires, et c'est la moyenne des propriétés de ce groupe qui nous apparaît comme constante.

Or, il est parfaitement permis de penser que la *particule complexe*, telle que nous l'avons définie, est de l'ordre de ces réalités observables: car elle résulte du groupement symétrique de plusieurs particules fondamentales, dont chacune doit être un agrégat de molécules chimiques en plus ou moins grand nombre. Donc, c'est à elle que s'applique le principe expérimental qui sert de base à toute la théorie cristallographique, et le devoir de s'en tenir à cet élément est d'autant plus étroit, qu'à vouloir chercher ce qui se cache dessous, nous tomberions forcément dans l'hypothèse, puisqu'il s'agit de choses sur lesquelles l'observation directe n'a plus de prise.

Un autre avantage de cette conception est de nous faire entrevoir le phénomène de la cristallisation sous un jour nouveau, et d'ailleurs beaucoup plus conforme aux enseignements de la Physique et de la Chimie.

Dans l'ancienne manière de voir, il pouvait, il devait même sembler que la molécule chimique, polyèdre aux sommets définis par les atomes, fût l'élément commun des trois états, gazeux, liquide et solide, d'un même corps. Par suite, la cristallisation eût simplement consisté dans l'alignement des polyèdres moléculaires sur les nœuds d'un réseau, combiné avec une rotation de ces polyèdres autour de leur centre de gravité, jusqu'à ce que tous eussent pris l'orientation la plus conforme à l'équilibre du système.

Il n'en est plus ainsi avec la *particule complexe*. Celle-ci est un édifice dont la formation doit être le premier acte de la cristallisation; et cette formation doit être précédée par celle des *particules fondamentales*, dont chacune, nous venons de le dire, est très vraisemblablement elle-même un agrégat de molécules chimiques. Ne sait-on pas, en effet, que la densité de la vapeur du soufre augmente quand sa température baisse, ce qui n'est explicable que si cette vapeur, à basse température,

résulte d'une condensation de molécules qu'une plus grande chaleur aurait dissociées? A plus forte raison est-il logique d'admettre que le dernier élément du soufre liquide soit un groupe moléculaire encore plus compliqué, et que cette complication doive s'accroître dans le soufre solide, amorphe ou cristallin, et ainsi pour tous les autres corps.

De plus, ce n'est pas seulement par un plus grand état de condensation que se distinguerait l'état cristallin : c'est aussi et surtout par cette sorte d'organisation géométrique qui engendrerait la particule complexe. On s'expliquerait par là qu'il paraisse y avoir, ainsi que M. Tammann a cherché à le démontrer, une discontinuité complète entre l'état amorphe et l'état cristallin, tandis qu'il y a continuité entre l'état liquide et l'état gazeux au delà du point critique.

Bien d'autres considérations intéressantes pourraient être rattachées à cette notion des particules complexes. Par exemple, les *liquides cristallisés*, comme ceux que MM. Lehmann et Reinitzer ont étudiés, ne montreraient-ils pas, au voisinage de leur point de solidification, une formation anticipée des édifices complexes? Une propriété analogue ne pourrait-elle pas expliquer le pouvoir rotatoire des dissolutions? Ce qui est certain, c'est que, d'après l'explication que M. Wallerant a donnée de ce qu'on appelait les anomalies optiques, l'allure optique d'un cristal est déterminée *non par son réseau, mais par sa particule*. Celle-ci est déjà un milieu spécifié, en ce qui concerne l'élasticité de l'éther suivant les diverses directions, et, à cet égard, le réseau peut être en contradiction avec la particule sans que les propriétés définies par cette dernière s'en trouvent modifiées. Donc, si les circonstances permettent à celle-ci de se former avant la constitution définitive du cristal, le milieu liquide où elle préexiste pourra très bien différer d'un milieu isotrope.

Quoi qu'il en soit, sans nous aventurer davantage dans ces considérations, peut-être prématurées, il doit nous suffire d'avoir montré que la particule complexe est le seul élément duquel on puisse partir avec sécurité pour l'établissement d'une doctrine cristallographique; et puisque l'identité d'orientation de telles particules ne saurait faire de doute dans un cristal homogène, la théorie si simple des réseaux de Bravais doit suffire à l'enseignement. Dans un seul cas, celui de la polarisation rotatoire, il y aura lieu de faire observer que des éléments fondamentaux peuvent se superposer, avec des orientations alternantes, sur une même rangée, et que des files d'éléments droits peuvent coexister avec d'autres, occupées par des éléments gauches. Encore s'agira-t-il d'une *structure propre au polyèdre complexe*, (mais qu'il est

inutile de vouloir faire dériver de la *structure générale de l'assemblage cristallin*; car, de même que celle-ci peut être sans influence sur la biréfringence, il n'y a pas de raison pour qu'on lui attribue, en matière de polarisation rotatoire, la cause d'un phénomène que les liquides eux-mêmes sont parfois capables de manifester.

Ainsi, dans tout l'exposé des structures cristallographiques, les théories de Bravais suffiront, et il sera permis de s'affranchir des exigences d'une doctrine assurément plus générale au point de vue mathématique, mais destinée, par sa complication, à rester dans le domaine des purs géomètres. Et de cette manière, la satisfaction d'établir eux-mêmes la série rationnelle de leurs principes pourra être laissée aux cristallographes, sans exiger d'eux un effort disproportionné avec le but poursuivi.

IX

Voilà donc un nouveau pas en avant dans l'évolution de la doctrine cristallographique inspirée les travaux d'Itaüy. Un premier progrès avait consisté à remplacer la notion des molécules intégrantes par celle de la disposition réticulaire des centres de gravité. Dans une seconde étape, Bravais avait réussi à donner la clef des structures méridiennes. Ensuite la conception de la symétrie-limite avait fourni à Mallard le moyen de rattacher, à la théorie même de Bravais, des phénomènes qui semblaient faits pour l'ébranler. Enfin, voici qu'avec les particules complexes, M. Wallerant rajeunit la doctrine en lui permettant de serrer de plus près encore la réalité des phénomènes.

Cela veut-il dire que, moyennant l'introduction de cette idée nouvelle, il n'y aura plus rien à changer aux conceptions de Mallard sur les macles, l'isomorphisme et le polymorphisme? Nullement, et là aussi une évolution se manifeste, dont le mérite revient encore à M. Wallerant. Le principe de cette évolution consiste dans une remarquable extension donnée à la notion de symétrie-limite, déjà développée avec tant d'éclat par Mallard. Voici comment elle intervient de nouveau :

Bravais avait admis qu'un corps en voie de cristallisation choisissait nécessairement, parmi les sept systèmes de réseaux, celui avec lequel la symétrie de sa molécule (disons maintenant de sa particule) possédait le plus d'éléments communs. Il n'était venu à l'esprit de personne qu'une particule pût adopter un réseau de symétrie notablement supérieure à la sienne. Par exemple, une particule pourvue d'un axe ternaire et de trois axes binaires normaux était condamnée au réseau ternaire, et on n'avait pas l'idée qu'elle pût adopter un réseau cubique, en orientant son axe ternaire

suivant une des diagonales du cube, et ses axes binaires suivant ceux de l'assemblage cubique qui forment un système normal à cette diagonale.

Une telle hypothèse devait d'autant mieux être écartée, semblait-il, qu'elle se heurtait à des objections mécaniques. En effet, pour qu'une particule adopte un réseau cubique, il ne suffit pas que quelques-uns des éléments réels de symétrie du réseau cubique se trouvent en coïncidence avec les éléments de même ordre de la particule. Il faut encore, par exemple, que les actions exercées par celle-ci soient les mêmes suivant les trois directions rectangulaires qui correspondent aux axes quaternaires du réseau. Cette condition est satisfaite quand la particule a quatre axes ternaires coïncidant avec les diagonales d'un cube; car alors la géométrie démontre qu'elle possède nécessairement aussi trois axes binaires équivalents, orientés comme les arêtes du cube. En général, tant que la symétrie commune à la particule et au réseau demeure supérieure à celle du système réticulaire qui vient immédiatement après, la condition qui fixe le choix est remplie par seule raison de symétrie, quelle que soit la particule complexe. Mais quand il faut tomber dans un degré inférieur, le choix d'un réseau trop élevé pour la particule demande à être justifié par des considérations propres à cette dernière.

Or, en général, et grâce à ce fait d'expérience, que presque tous les corps peuvent être ramenés à un réseau cubique, nous pouvons penser que ces raisons ne manqueront pas. À côté de ses éléments réels de symétrie, la particule aura des *éléments-limites*; par exemple, il s'y trouvera des lignes, occupant la position des axes quaternaires du réseau cubique, et telles que, par une rotation de 90° ou même seulement de 180° autour de ces lignes, la particule se trouve presque exactement substituée à elle-même. Tout naturellement alors, ces lignes tendront à s'orienter suivant les axes quaternaires réels d'un réseau cubique, et ainsi le réseau cristallin choisi jouira d'une symétrie sensiblement plus élevée que la particule.

D'une façon générale, on peut, avec M. Wallerant, définir un élément ou organe de symétrie-limite par cette condition que, traité comme un organe réel passant par le centre de gravité de la particule, il amène celle-ci dans une situation telle que sa superposition à la situation initiale détermine une partie commune plus grande que pour n'importe quelle autre position.

Or, l'introduction de cette considération nous oblige immédiatement à étendre beaucoup la notion de mériédrie. Bravais avait fixé des limites au-dessous desquelles la symétrie d'un polyèdre ne pouvait descendre, sous peine de faire tomber

le cristal dans un système réticulaire inférieur. Mais ces limites s'appliquaient à la symétrie *réelle*. Si la défectuosité de celle-ci se trouve suffisamment compensée par l'existence d'éléments-limites, ces derniers interviendront pour maintenir la particule dans le système choisi. Seulement il en résultera de nouvelles variétés mériédriques, non identiques avec celles que Bravais avait si rigoureusement classées.

Comme conséquence, aux groupes mériédriques de Bravais, que caractérisait la symétrie relativement élevée de la particule, toujours suffisante pour que l'ordre du réseau ne pût s'abaisser d'un degré, il convient d'ajouter ceux où cette symétrie est *restreinte*, c'est-à-dire ne possède avec le réseau que le minimum d'éléments communs. Le cas le plus tranché est celui où l'existence d'éléments-limites permettrait à une particule, dépourvue de tout élément réel, de s'accommoder néanmoins, pour la cristallisation, d'un réseau cubique. Si peu probable qu'il paraisse au premier abord, un tel choix ne doit pas être exclu.

Cette conception une fois admise, ce qu'on appelait autrefois les *anomalies optiques* va maintenant apparaître sous un jour tout différent. On voyait un corps, tel que la Boracite, dont les formes accusaient un réseau cubique. Dans la persuasion que tous les corps cubiques devaient avoir une sphère pour ellipsoïde optique, et par conséquent être isotropes, on s'étonnait de trouver la Boracite nettement biréfringente. Mais, en réalité, la particule complexe de la Boracite est biaxe. Seulement, la présence d'éléments-limites lui a permis de prendre un réseau cubique, ce qui n'empêche pas les propriétés optiques, gouvernées par la particule et non par le réseau, d'être celles d'un corps non seulement biréfringent, mais biaxe.

La même considération va entraîner d'autres conséquences, et donner à M. Wallerant la clef des groupements cristallins, entendus dans leur sens le plus général, de manière à comprendre non seulement les *macles* proprement dites, mais aussi les associations qui se traduisent, sous le microscope polarisant, par la division d'une plaque mince en plages diversement orientées.

Déjà, en ce qui concerne les macles, ou groupements de deux cristaux formant entre eux un angle rentrant, la symétrie habituelle de ces associations montre bien qu'elles doivent être gouvernées par une loi d'équilibre mécanique. Dans le plus grand nombre, l'association des deux cristaux se fait suivant une face plane, commune à tous deux, et le second cristal se comporte comme si, primitivement situé dans le prolongement exact du premier, il avait tourné de 180° autour d'une perpendiculaire à la face de jonction. C'est ce qu'on appelle

une *hémitropie*, et, dans la plupart des cas, ce mouvement fictif a pour effet d'engendrer un édifice géométriquement symétrique.

Cela prouve donc que, si les deux cristaux n'ont pas pu s'orienter exactement l'un comme l'autre, du moins leur voisinage ne leur a pas permis de prendre des orientations indépendantes. Une force a dû agir, qui a déterminé la seconde moitié à se placer d'une façon déterminée par rapport à la première. Quelle peut être cette force? L'idée de la symétrie-limite va nous aider à la découvrir.

Imaginons, par exemple, une particule complexe pourvue d'un axe-limite. Si cet axe était un axe réel, sur deux rangées normales à cet axe, et faisant entre elles l'angle conforme à son degré, les particules seraient à la fois symétriques les unes des autres et parallèles entre elles, puisqu'une rotation autour de l'axe les ramènerait en coïncidence avec elles-mêmes. Il n'en est plus ainsi quand l'axe est seulement axe-limite. Alors, deux cas peuvent se présenter : ou bien la cristallisation se fait assez largement pour qu'un seul cristal prenne naissance, où toutes les particules auront la même orientation ; ou bien la cristallisation est quelque peu troublée, ce qui empêche la formation d'un gros cristal homogène. Mais alors, à côté d'une portion qui vient de se constituer normalement, une particule complexe voisine, par raison d'équilibre, devra tendre à adopter, grâce à l'axe-limite qu'elle possède, l'orientation qui l'éloignera le moins de celle du groupe précédent. Ayant ainsi pivoté autour de son axe-limite, et occupant, de cette manière, la situation qui assure le mieux son équilibre relativement à l'édifice contigu, elle pourra devenir le point de départ d'une nouvelle portion cristalline qui, relativement à la précédente, aura une orientation symétrique par rapport à l'axe. Supposons que cet axe soit d'ordre 3 ; trois cristaux se trouveront ainsi associés autour de lui, et l'axe, qui fait défaut comme élément réel à la particule, sera un *élément réel du groupe des trois cristaux*.

Il ne s'agit donc plus, comme le pensait Mallard, d'une sorte de *tolérance* de la Nature, admettant à prendre part à la formation d'un seul édifice trois sortes de matériaux peu différents les uns des autres. C'est une raison d'équilibre qui détermine ce groupement, et on peut prévoir, pour chaque cas, par un calcul très simple, de combien d'éléments le groupement se composera, expliquant ainsi, de façon lumineuse, nombre de faits déjà enregistrés par l'observation.

D'ailleurs, ce ne sont pas seulement les axes, seuls envisagés par Mallard, qui serviront d'appui à ces combinaisons. Les plans-limites et les centres-limites y auront les mêmes droits. De plus, les éléments-limites des *particules fondamentales*, s'il en

existe, joueront un rôle analogue. Enfin, il en sera de même pour ceux des éléments réels de la particule complexe qui, en raison de leur nature, ne pourraient appartenir à un réseau parallépipédique.

La symétrie-limite étant la raison d'être des groupements de cristaux, ces groupements doivent être d'autant plus fréquents que la particule complexe est moins riche en éléments réels, c'est-à-dire que la méridricité est plus prononcée. Les macles apparaissent donc comme une compensation de ce qui manque à la particule. Et, de fait, comme l'a remarqué M. Wallerant, il y a des substances méridriques qui ne se présentent jamais qu'en cristaux maclés. D'ailleurs, dans les cas nombreux où les divers groupes conservent le même réseau, la macle se dissimule sous l'apparence d'un cristal unique de symétrie supérieure, et il faut, pour la révéler, soit l'étude optique, soit celle des figures de corrosion.

X

Tel est le principe fécond de l'ingénieuse analyse par laquelle M. Wallerant a, pour la première fois, établi une classification satisfaisante des divers modes de groupements des cristaux. Chemin faisant, cette analyse lui a fourni l'explication de plusieurs macles dont, jusqu'alors, il avait été impossible de justifier logiquement la formation. Elle lui a permis également de montrer qu'une face quelconque ne pouvait pas être indifféremment choisie pour l'accroissement de deux cristaux ; enfin, que les cristaux cubiques holoédriques ne devaient offrir que deux sortes de plans de macle : résultat conforme à l'observation, mais inexplicable jusqu'ici.

La fécondité de la méthode est encore attestée par la facilité avec laquelle elle semble permettre l'explication du *polymorphisme*. Pour cela, il suffit à M. Wallerant d'appliquer aux particules fondamentales les règles de la symétrie-limite. On comprend que l'existence d'éléments-limites, dans une particule de ce genre, doive entraîner un groupement semblable à celui des cristaux proprement dits, et qui engendrera une particule complexe. Or, si les éléments-limites en question font justement entre eux les angles exigés par la symétrie réelle d'un polyèdre, le groupement des particules fondamentales ne peut se faire que d'une manière, et le corps est *monomorphe*. Si, au contraire, les angles des éléments-limites sont légèrement différents de ce qui conviendrait, il se produira divers groupements, donnant naissance à des particules complexes non identiques, quoique très voisines et de même symétrie totale. Dans la cristallisation, ces particules se disposeront suivant les mailles de

réseaux presque rigoureusement semblables; mais les différences se traduiront par des apparences de cristallisation distinctes, engendrant le polymorphisme.

D'ailleurs, les angles des éléments-limites, ainsi que le degré de leur approximation, seront susceptibles de varier avec la température. Celle-ci, en s'élevant, pourra donner à la particule fondamentale une symétrie supérieure qui, une fois réalisée, autorisera le retour à un groupement monomorphe. Tel serait le cas de la Boracite, qui, on le sait, devient isotrope à 265 degrés.

Il serait ici hors de propos d'insister davantage sur ces considérations délicates, dont on trouvera le développement dans les publications de M. Wallerant. Nous croyons en avoir assez dit pour faire apprécier la valeur de ces conceptions ingénieuses, qui se recommandent suffisamment par l'ordre remarquable qu'elles introduisent dans une série de phénomènes, dont le premier aspect était plus ou moins aberrant. Cependant, nous ne saurions terminer sans indiquer, avec l'auteur, comment la symétrie-limite suffit à rendre compte de la formation des particules complexes.

Les particules fondamentales étant des éléments concrets qui agissent les uns sur les autres à distance, on conçoit que les actions d'une telle particule sur un point extérieur puissent prendre des valeurs sensiblement égales pour des positions du point symétriques par rapport à des droites, à des plans ou à un centre. La particule jouira donc, au point de vue mécanique, d'une symétrie-limite, qui doit trouver son expression dans une symétrie-limite d'ordre géométrique, et alors cette dernière, suivant la loi générale des groupements, devient une cause suffisante pour la formation, par association, de plusieurs particules fondamentales, d'une particule complexe plus symétrique.

Mais la symétrie-limite, que nous avons attribuée à la particule fondamentale, nous permet de reporter le même raisonnement sur les molécules chimiques qui la composent. Ainsi, selon l'expression de M. Wallerant, « la symétrie des corps cris-

tallisés devient le résultat d'une série d'étapes successives, chaque étape étant en progrès sur l'étape précédente, au point de vue de la symétrie ». Un rudiment de régularité détermine d'abord l'association de plusieurs molécules; l'édifice ainsi engendré profite de sa moindre imperfection pour constituer une particule complexe, et, chez cette dernière, le progrès est tel qu'il peut suffire à lui assurer un réseau de symétrie élevée, c'est-à-dire une stabilité de beaucoup supérieure à celle que le corps amorphe aurait pu réaliser.

XI

L'évolution doctrinale dont nous venons d'esquisser les phases a-t-elle dit son dernier mot? Il serait téméraire de l'affirmer. Quoi qu'il en soit, la Cristallographie française a le droit, croyons-nous, d'être fière de son œuvre. Ce n'est pas à des reculades successives qu'elle a dû se résigner. Au contraire, toujours fidèle à son principe fondamental, elle n'a eu chaque fois qu'à renouveler l'expression en la précisant; et, tandis que son édifice théorique gagnait progressivement en rigueur géométrique, chaque fois aussi on la voyait prendre un contact plus intime avec la réalité, serrant de plus près ces relations de cause à effet dont la connaissance doit être le but de toute science digne de ce nom. Que d'autres, si c'est leur goût, se complaisent dans des constatations purement expérimentales, systématiquement écartées de toute notion de causalité, ou donnent leur préférence à des considérations mathématiques à la fois compliquées et sans signification objective bien marquée. En restant fidèle aux traditions françaises, nous croyons rendre un meilleur service à l'enseignement d'une science vers laquelle les adeptes viendront plus volontiers si, dans un édifice doctrinal qui ne les éloigne jamais du monde réel, ils sont assurés de trouver à la fois la rigueur, la limpidité et l'élégance.

A. de Lapparent,

de l'Académie des Sciences,
Professeur à l'Institut Catholique de Paris

UN PROJET D'EMPIRE COLONIAL FRANÇAIS SOUS LOUIS XV

Parmi les événements, qui paraîtront un jour caractéristiques et fondamentaux de notre époque, il semble bien qu'il faille compter, en première ligne, cette prise de possession rapide de la terre, cette expansion soudaine, par laquelle nos vieilles nations européennes, lassées d'étouffer entre des frontières étroites, vont chercher au loin, comme un moyen de se rajeunir et de se retremper, ce que les contrées, hier encore inconnues, renferment de ressources vierges. Dans ce mouvement, qui rappelle, à bien des égards, celui du *xvi^e* siècle, la France a pris sa part glorieuse. Ce qu'est, ce que vaut son empire colonial, on a essayé, à diverses reprises, de le faire connaître scientifiquement dans cette *Revue* par les belles monographies sur le Congo, sur Madagascar, sur la Tunisie, etc., que ses lecteurs n'ont pas oubliées. Le plan de colonisation, que je me propose d'analyser ici, d'après un manuscrit de 1767, tombé par hasard entre mes mains, présente, on le verra, cette particularité, qu'il est, en grande partie, celui-là même à l'heureuse réalisation duquel nous venons d'assister depuis trente ans. Des hostilités ou des incuries administratives l'ont fait avorter, il y a un siècle. Outre l'intérêt de curiosité, que présente, dans ce cas particulier, la vieille histoire, toujours trop jeune, de l'homme d'initiative paralysé par la routine, elle doit peut-être provoquer ici un sentiment d'un autre genre, je veux dire un juste hommage pour l'auteur de ce projet, que ses contemporains ont considéré seulement comme un original remuant et encombrant, et qui, s'il eût été écouté, eût pu cependant nous conquérir, à bien peu de frais, dès le temps de Louis XV, au lendemain du traité de Paris, les contrées mêmes sur lesquelles nous avons pu jeter notre dévolu longtemps après : le Tonkin, la Cochinchine et Madagascar, auxquelles il ajoutait, par une singulière prescience de l'avenir, le Transvaal, l'Abyssinie et même l'isthme de Suez, où il proposait d'établir un transit¹.

L'homme dont il s'agit est un M. de Maudave, connu surtout dans notre histoire coloniale par son essai d'occupation de Madagascar en 1768, mais dans la vie aventureuse duquel cette tentative, sur laquelle on a généralement insisté², ne fut, on

va le voir, qu'un épisode. Sans vouloir faire un chapitre d'histoire, qui serait peu à sa place, il convient cependant de rappeler en quelques mots ce qu'était l'individu, et dans quel milieu il se trouvait placé, pour faire apprécier ce qu'eût pu valoir son œuvre. On comprendra, par l'extraordinaire roman de cette existence mouvementée, combien Maudave, à quarante ans, lorsqu'il écrivait, pour le duc de Praslin, ministre de la Marine, ou pour les Directeurs de la Compagnie des Indes, les rapports très étudiés et circonstanciés, dont je donnerai plus loin des extraits, apportait, à l'appui de ses propositions, une forte expérience du monde, de la vie et des hommes, avec les preuves les plus décisives d'initiative hardie, d'endurance indomptable, d'habileté même dans des circonstances difficiles.

Il est seulement étonnant qu'une carrière aussi tumultueuse lui ait laissé le loisir de cultiver si bien son esprit et de se former le style très net, parfois élégant, qui donne une valeur de plus à ses Mémoires.

I

Entré au service à quinze ans, en 1740, Maudave y resta de 1740 à 1756, et fit, non sans éclat, presque toutes les campagnes de cette période batailleuse, où il eut plus d'une occasion de développer la bonne haine cordiale qu'on le voit, en toute occasion, témoigner aux Anglais; c'est ainsi qu'en 1756, il se conduisit brillamment contre eux au siège de Mahon, et gagna la croix de Saint-Louis. Presque aussitôt, il passa de là dans l'Inde avec Lally-Tollendal et y accomplit, comme toute cette pauvre armée si mal conduite, quelques merveilleuses prouesses, rendues malheureusement inutiles par l'incapacité du général en chef.

En 1758, mettant fin à une jeunesse orageuse, où les incidents piquants ne manquèrent pas, il se maria avec la fille du gouverneur de Karikal, Mlle Porcher de Soulches, et crut un moment retrouver ainsi une fortune considérable, représentée par de grands biens dans ce pays.

Mais, dès l'année suivante, tandis qu'il était en France, où le Gouvernement l'avait rappelé, ses biens subirent le sort commun de toutes nos possessions indiennes. Les Anglais s'en emparèrent, brûlèrent, pillèrent et saccagèrent sans merci.

¹ Je suis loin de prétendre que toutes les idées de Maudave fussent nouvelles de son temps; mais beaucoup d'entre elles, qui avaient été épuisées au début du *xvii^e* siècle, étaient tombées, depuis lors, dans un complet discrédit.

² Voir notamment : POUET DE ST-ANDRÉ : La colonisation

de Madagascar sous Louis XV (1886), et V. TANTET : Un essai de colonisation à Madagascar en 1768 (*Revue Bleue*, du 19 octobre 1895).

Maudave, à peu près ruiné, demanda immédiatement à être renvoyé dans l'Inde, et l'obtint sans peine. On le chargea même d'une véritable mission de confiance, et, par un très long pouvoir, on l'autorisa généreusement « à susciter aux Anglais le plus d'ennemis et d'embarras qu'il lui serait possible ». Mais cette feuille de papier fut le seul secours qu'on lui donna, et le plus extraordinaire, c'est qu'en effet, sans recevoir un centime de l'État, il réussit à armer contre l'Angleterre divers princes indiens, parmi lesquels celui de Maduré, qui, après avoir soutenu un long siège, força le général anglais Lawrence à battre en retraite (1763).

Voici, d'ailleurs, comment, dans un Mémoire inédit adressé à la Compagnie des Indes le 17 août 1767, il rappelle incidemment lui-même son rôle dans cette circonstance :

« Vous savez, Messieurs, que l'état politique de la côte de Coromandel est absolument changé. Les Anglais, sous le nom du nabab d'Arcate¹, en sont absolument les maîtres, et il ne reste quelque ombre de liberté que dans la partie du Sud, c'est-à-dire que le Tanjaour², les deux Marava et le Toudaman n'obéissent qu'à moitié au gouvernement d'Arcate, dont ils dépendent. J'avais ménagé, dans le courant de l'année 1762, une révolution importante, qui éclata en février 1763. Je fis soulever, à l'aide de deux ou trois cents fugitifs français que je rassemblai, le pays de Maduré³, sous la conduite d'un Mogol plein d'esprit et de courage, qui soutint avec succès deux sièges longs et meurtriers pendant cette même année. Le général de l'armée anglaise et plus de 1.200 soldats européens périrent au pied des remparts de Maduré. Si les Anglais réussirent une troisième fois, ce ne fut que par une insigne perfidie, sur laquelle je ne veux entrer dans aucun détail.

« Cette révolution était infiniment utile à nos affaires; elle coupait en deux la puissance du nabab d'Arcate; elle formait une confédération entre les Puissances du Sud pour leur mutuelle conservation; j'ai soutenu la gageure autant qu'il m'a été possible; j'ai été sourd aux menaces des Anglais, qui m'ont assez estimé pour n'oser me faire aucune offre: ressources qu'ils employèrent plus fructueusement après mon départ; je conserve encore une lettre fulminante, que le Conseil de Madras m'écrivit pour m'avertir qu'ils solliciteraient ma punition en France, *si je ne cessais de leur nuire directement ou par de secrètes influences.*

« Je ne sais s'ils ont, en effet, sollicité ma punition; ma conduite dans l'Inde est restée, de la part

de la Cour et de la Compagnie, sans blâme et sans approbation. J'en ai été pour des peines et des travaux incroyables, et pour me voir en proie aux calomnies insensées et aux murmures ténébreux d'une vermine écrivante et murmurante. Je ne me rends ici ce témoignage à moi-même que pour la satisfaction de ma propre conscience, et j'en puis l'appuyer sur les preuves les plus solides et les plus indisputables.... »

Tandis que Maudave luttait ainsi dans l'Inde, on négociait en Europe. La fin de la guerre de Sept-Ans le contraignit à l'inaction, et décida son départ pour l'île de France, où, avec les débris de sa fortune, il acheta quelques biens, qu'il commença à faire valoir.

Moins de trois ans après (1766), nous le voyons devenu l'un des principaux colons de l'île, où il possédait un établissement de 500 noirs et faisait, avec la Compagnie des Indes, des affaires d'une certaine importance. Quelques-unes de ces difficultés légales et administratives, en partie causées par l'hostilité anglaise, en partie aussi par les erreurs de notre centralisation, contre lesquelles l'île sœur de la Réunion continue toujours à se débattre, déterminèrent, à ce moment, les habitants de l'île de France à envoyer Maudave à Paris comme député, pour exposer leurs doléances, et faire connaître la crise intense qu'ils subissaient.

Quand Maudave arriva à Paris avec son rapport, le ministère avait déjà tranché la question sans l'attendre. Le contretemps était fâcheux; mais notre député, homme de ressources, n'était pas d'un tempérament à se démonter pour si peu.

Fort bien reçu par le ministre de la Marine, le duc de Praslin, ancien ami de son père, il commença à lui parler éloquentement des projets qu'il avait conçus pour réorganiser notre puissance coloniale dans la mer des Indes, en prenant un point d'appui à Madagascar, et, comme entrée de jeu, il lui offrit de conquérir pacifiquement la grande île, sur laquelle Richelieu et Colbert avaient eu déjà les yeux fixés, si on lui prêtait, pour trois ou quatre ans, une centaine d'hommes et une pacotille de quelques dizaines de mille francs, qu'il s'engageait personnellement à rembourser à l'échéance.

L'idée était séduisante, à un moment surtout où la France venait de perdre toutes ses colonies et cherchait vainement une compensation; Maudave l'exposa fort bien; pendant six mois, il entassa Rapports sur Rapports (ceux précisément dont je vais donner des extraits); enfin le ministre se déclara convaincu et, au début de 1768, fit partir secrètement Maudave avec le titre de « Commandant pour le Roi dans l'île de Madagascar », et la mission honorable de conquérir lui-même le pays de son commandement; plus une cinquantaine

¹ Arcot ou Arkot, ancienne capitale de la Carnatique.

² Tandjore ou Tandjavour.

³ Madoura.

d'hommes, et, pour le reste, de fort belles promesses.

Cette tâche nouvelle présentait, dès le début, quelques ressemblances regrettables avec celle dont on l'avait chargé, sept ans auparavant, dans l'Inde; néanmoins, Maudave, qui possédait le don par excellence, la foi, s'embarqua plein d'enthousiasme pour Fort-Dauphin, où il s'installa bientôt avec sa jeune femme, et se mit énergiquement à l'œuvre.

Pendant deux ans et demi, en effet, du 14 juillet 1768 à décembre 1770, il appliqua toutes ses forces à réaliser un plan très sérieusement et mûrement conçu, dont l'idée fondamentale, on peut en juger par ses Mémoires, ressemblait fort à ce que nous appelons aujourd'hui l'organisation d'un protectorat, avec troupes indigènes encadrées d'Européens; sans aucun souci personnel, il négligea entièrement, pour se consacrer à cette œuvre patriotique, la gestion de ses biens de l'île de France; là encore, comme dans l'Inde, il obtint des résultats extraordinaires pour les ressources dont il disposait, et faillit nous donner, un siècle plus tôt, la colonie qu'il nous a fallu acheter récemment au prix de tant de millions et de vies humaines. Mais, une fois de plus, un si beau zèle fut inutile. A Paris, au ministère de la Marine, on avait absolument oublié Maudave, qui n'était plus là pour plaider sa cause. Madagascar était très loin à cette époque (134 jours de traversée). On avait autre chose à faire dans les bureaux que de lui envoyer les marchandises, l'argent et les hommes si formellement promis. En vain, Maudave réclama; ses lettres, soigneusement classées dans les cartons des Archives (où l'on peut les lire encore), restèrent sans effet. Il y eut là une correspondance navrante, trop souvent dans le ton des deux échantillons, pris au hasard, que je vais reproduire: la correspondance d'un homme, qui est parti à des milliers de lieues servir sa patrie, qui a tout sacrifié à la gloire de son entreprise, qui y dépense toutes ses forces, qui y risque chaque jour sa vie, et qui sent que son crédit s'épuise, pendant ce temps, à Paris, qu'on l'abandonne, qu'on va le laisser périr au port, faute d'un peu d'appui :

« Je ne puis plus rien faire, Monseigneur, si je ne reçois des colons. Je n'ai auprès de moi que des soldats et cinq ou six ouvriers particuliers. Décidez, Monsieur le Duc, s'il convient que je me morfondre inutilement à Madagascar en attendant vainement des secours qui ne viendront pas. J'ai mis les choses au point où il faut pour travailler avec honneur et profit. Mais je ne puis plus rester dans l'état actuel... N'abandonnez pas un si grand ouvrage, Monsieur le Duc, pour de légères contradictions. Je vous engage ma vie, ma foi et mon honneur que je n'ai rien exagéré dans les avantages

que je vous ai promis. Daignez vous en reposer sur moi, et envoyez-moi les sommes que je vous demande. » (16 août 1769.)

Et, un an après : « Je tremble, Monseigneur, que vous ne soyez dégoûté de mon projet et que vous ne m'envoyiez l'ordre de m'en retourner. Si ma crainte est vaine, vous ne tarderez pas à vous applaudir de m'avoir donné quelque créance. » (août 1770.)

Enfin, ce personnage, qu'on ne voyait jamais au Ministère et dont on ne recevait que des réclamations, parut tout à fait fâcheux; le moment était bon pour le gouverneur de l'île de France, M. Desroches, qui jalousait Maudave et craignait de lui voir prendre une trop grande importance. Quelques Rapports perfides, où l'occupation de Madagascar fut représentée comme tout à fait inutile et même nuisible, amenèrent, en décembre 1770, le rappel pur et simple de Maudave, qui, ruiné une fois de plus par l'abandon où il avait laissé ses biens de l'île de France pendant deux ans, rentra à Paris essayer de défendre encore un projet à la grandeur duquel il ne renonçait pas.

Maudave se faisait toujours mieux écouter de près que de loin. En outre, un changement de ministère était déjà à cette époque une occasion favorable pour faire reprendre une tentative que le ministre tombé venait de renoncer à poursuivre. M. de Praslin ayant cédé son portefeuille à M. de Boynes, celui-ci, probablement sur les instances de Maudave, se décida, en 1774, à réoccuper Madagascar, et y consacra, du premier coup, l'argent et les hommes nécessaires; seulement, par une inconséquence curieuse, ce ne fut pas Maudave qu'il en chargea, mais un aventurier hongrois, protégé par la Reine et le duc d'Aiguillon, Beniowski, qui ne réussit, avec les deux millions qu'on lui confia, qu'à entasser faute sur faute, nous aliéner les Malgaches, rendre la prolongation de l'établissement impossible et, pour conclure, offrit ses services à l'Angleterre.

En 1775, Maudave avait cinquante ans, un âge où l'on songe d'habitude à liquider ses entreprises anciennes plutôt qu'à en commencer de nouvelles; il avait déjà été ruiné deux ou trois fois; il avait beaucoup promené ses projets et ses espérances d'un bout du monde à l'autre; il avait combiné bien des plans patriotiques, qui ne lui avaient rapporté que des déboires; il aurait pu se reposer. Au lieu de cela, qu'imagine-t-il? Toujours plein de son idée de reprendre l'Inde aux Anglais, et de contre-balancer, hors d'Europe, leur puissance envahissante, il se rappelle qu'il a connu autrefois le Grand Mogol, et l'a vu effrayé des progrès anglais. De là à concevoir une alliance possible avec lui, et une attaque victorieuse de l'Inde par le Nord, il n'y a qu'un

pas. Sans hésiter, il se met en route avec deux ou trois amis et quelques serviteurs, arrive, à travers mille dangers, auprès de l'Empereur, qui l'accueille avec bienveillance, parle, est insinuant, convaincant comme toujours, et sort de l'audience avec la promesse d'une armée et une lettre demandant à Louis XVI l'alliance et le protectorat de la France.

Cette entreprise extraordinaire allait-elle donc réussir? Non; la malchance de Maudave l'atteint encore une fois. Le Grand Mogol meurt subitement, et son successeur, méconnaissant toutes ses promesses, ne donne à Maudave qu'un commandement sans importance, sous les ordres d'un Français, nommé Madec, qu'il a fait son général en chef. Madec, jaloux de Maudave, le tient à l'écart, le décourage, l'amène finalement à quitter l'armée mogole, et le pauvre rêveur, toujours déçu, va mourir misérablement de la fièvre à Mazulipatam (1778).

II

Tel fut l'homme; prenons-le maintenant à l'heure de ses plus belles illusions, dans les mois qui précéderent son départ pour Madagascar, et voyons comment il concevait tant de grands et originaux projets, auxquels l'événement devait, pour un siècle, donner un démenti apparent, mais qui, tous ou presque tous, ont été repris (un peu plus coûteusement) de nos jours. Là est surtout l'originalité des documents nouveaux que je possède, puisque le recueil s'arrête au moment du départ de Maudave à Madagascar¹.

Mais, avant de reproduire son plan de réorganisation coloniale dans la mer des Indes, il n'est peut-être pas inutile d'indiquer encore succinctement quelle était la situation en 1767, au moment où il écrivait, et quelles tentatives avaient déjà été faites par la France dans les mêmes régions, antérieurement à lui. Le rappel sommaire des échecs, auxquels aboutirent successivement nos divers essais de colonisation officielle et ministérielle sous nos plus grands ministres, Richelieu, Colbert, etc., contribuera à faire apprécier les vues toutes différentes de Maudave, qui se prononçait pour une colonisation libre et non administrative, commerciale et non politique: la question n'est pas, aujourd'hui même, sans présenter quelque intérêt d'actualité.

Les premières Compagnies de commerce colonial françaises, à l'image de celles des Anglais et des Hollandais, remontent, on le sait, à Richelieu, et furent toutes plus ou moins malheureuses². Celle

de Madagascar, constituée une première fois de 1611 à 1615, avec le privilège pour douze ans du commerce au delà du cap de Bonne-Espérance, se reforma, en 1642, sous la direction de Berruyer et Desmartins, qui avaient déjà envoyé à Madagascar, en 1638, François Cauche. Comptant, parmi ses principaux actionnaires, le maréchal de la Meilleraye et le surintendant Fouquet, qui parurent surtout occupés à s'éliminer mutuellement de l'affaire pour en tirer un profit personnel, elle eut cependant pour conséquence l'établissement, à Fort-Dauphin, de Flacourt, qui s'y maintint dix ans, et le premier peuplement de Bourbon. La disgrâce de Fouquet et la mort du maréchal de la Meilleraye, en 1664, amenèrent alors la cession de Madagascar au roi Louis XIV et la reconstitution de la Compagnie des Indes-Orientales par Colbert, qui, en excellent bureaucrate, ne manqua pas d'y appliquer son système ordinaire de réglementation à outrance et de formalisme administratif, lorsqu'il expédia à Madagascar, en 1665, le marquis de Mondevergue.

L'entreprise, pourtant, lui tenait à cœur; il lui accorda les plus grands privilèges, et trouva même, pour lui procurer des actionnaires, une méthode que l'on pourrait recommander à nos hommes d'État: celle de taxer les principaux personnages dépendant du Roi, fonctionnaires en tête, à un nombre d'actions déterminé selon leur rang. Mais conceit-on une colonie de Madagascar, au xvii^e siècle, où les tribunaux devaient juger strictement d'après le coutumier de Paris, où le blasphème par récidive était puni de six heures de carcan, où il était défendu aux Français d'épouser une indigène non catholique, où les particuliers n'avaient pas le droit de commercer, etc.³. C'est toujours la même erreur fatale et bien française, qui nous fait appliquer, aux nègres de la Guadeloupe ou aux créoles de la Réunion, les rouages compliqués et paralysants de notre système électif, imposer notre système monétaire dans nos colonies asiatiques, traiter des sauvages du Soudan suivant les règles générales applicables à tout citoyen, de Belleville au Tonkin, et qui, même dans l'ordre privé, nous conduit à diriger de Paris les affaires les plus lointaines, au moyen de Conseils d'administration distraits et incompetents.

sous le ministère du cardinal de Richelieu, t. II. — GUET: Les origines de l'île Bourbon et de la colonisation française à Madagascar, 1888. — Relations de Cauche (1638-1642); Flacourt (1661), sur Madagascar. — DE RENNEFORT (1688): Histoire des Indes-Orientales, etc.

¹ PAULIAT: Louis XIV et la C^{ie} des Indes-Orientales de 1664, Paris, Calmann Lévy, 1886. — P. CLÉMENT: Histoire de Colbert, 1874, t. I, p. 498 — Voir, dans l'ouvrage de GUET (*loc. cit.*), p. 124, l'ordonnance de M. Delahaye à l'île Bourbon en 1674. « Chaque habitant nourrira deux bœufs..., nul ne tiendra ni chien, ni chienne;... ordre à chaque habitant d'avoir 200 volailles, 12 porcs, et six milliers de riz, etc., etc. ».

² Ce recueil est la copie de lettres autographe de Maudave, renfermant, écrit de sa main, le brouillon de tous ses rapports.

³ C^{ie} du Morbihan au Canada; C^{ies} du Sénégal, des Antilles (ou des îles de l'Amérique), de Madagascar et des Indes-Orientales, etc. Voir CAILLET: L'Administration en France

Dans les onze premières années, la Compagnie des Indes perdit six millions et demi, et, dans la suite, sauf un instant très bref de prospérité, elle ne fit que végéter, jusqu'à sa déconfiture finale.

Compagnie officielle, voulant faire grand du premier coup, et toujours disposée à oublier son but commercial pour un apparent intérêt politique, en outre fort mal servie par la plupart de ses agents, il eût été, du reste, fort extraordinaire qu'elle obtint un meilleur succès!

A Madagascar, tout finit par un massacre en 1674, et, sauf un rapport demandé en 1714 par le comte de Pontchartrain au gouverneur de Bourbon, M. Parat, il ne fut plus question de cette colonie pendant près d'un siècle. Quant aux événements qui amenèrent la perte de l'Inde en 1763, ils sont connus de tous.

Au moment où M. de Maudave rédigea ses Mémoires, en 1767, il ne nous restait, de nos anciennes possessions dans la mer des Indes, que les îles de France et de Bourbon, avec quelques comptoirs ruinés à Pondichéry, Karikal, Mahé, etc. C'est donc, en prenant pour pivot de ses combinaisons les deux îles des Mascareignes, qu'il projetait de recommencer la lutte commerciale et politique contre l'Angleterre.

Mais, suivant lui (il est constamment revenu sur cette opinion), si la possession des deux îles nous était absolument indispensable comme le seul point d'où l'on pût faire une guerre avantageuse aux Anglais, isolées, elles n'en étaient pas moins un gouffre de dépenses vaines. D'où l'idée d'occuper pacifiquement Madagascar, qui, protégée par l'île de France, devait, en échange, la nourrir et servir de base pour toutes les entreprises commerciales sur la côte d'Afrique, dans la mer Rouge, en Perse, dans l'Inde et dans l'Extrême-Orient.

Telle est l'idée mère du plan, que nous allons le voir développer dans ses Rapports adressés aux syndics de la Compagnie des Indes et au ministre de la Marine. Les premiers, qui sont d'un intérêt plus général, et vont surtout nous occuper ici, avaient pour but d'exposer à la Compagnie comment elle pourrait se reconstituer sur des bases nouvelles et trouver, dans sa détresse présente, des éléments de prospérité; les autres, sur lesquels je reviendrai peut-être un jour, visent le projet plus spécial d'un établissement à Madagascar.

Le recueil que j'ai en mains renferme trois Mémoires principaux à la Compagnie des Indes, en date de juillet 1767, du 17 août 1767, et du 24 septembre 1767, plus divers Rapports de détail sur Pondichéry. Dans tous, on voit Maudave protester contre la superstition qui prétendait identifier notre fortune dans l'Inde avec la prospérité apparente de Pondichéry, et réclamer avec insistance

la diminution de la tutelle administrative, de la centralisation et du fonctionnarisme, la suppression d'un faste inutile, la substitution du commerce à la politique, l'abandon des codifications uniformes imposées aux pays les plus divers; à l'occasion, il s'y montre économiste en étudiant la question monétaire, toujours si capitale pour les pays en relation commerciale avec l'Inde et l'Extrême-Orient. Les quelques extraits suivants pourront en donner une idée, mais on remarquera surtout les passages relatifs au Tonkin, à l'Abysinie, et au commerce de la mer Rouge par l'isthme de Suez :

... « Dans la situation où est aujourd'hui votre Compagnie aux Indes, écrivait-il en juillet 1767, que lui sert un tribunal sous le nom fastueux de Conseil supérieur?... A la place de ce tribunal sans occupation, substituez quatre personnes intelligentes dans les affaires de commerce... Au lieu de ce monde d'employés et de commis, qui vous sont trop à charge, je ne vous souhaite que des facteurs et des correspondants : je ne vois aucune différence réelle entre la Compagnie des Indes et quelque autre maison de commerce que ce soit, si vous en exceptez l'importance de l'objet et la multiplicité des affaires; vous devez donc vous conduire sur les mêmes maximes, et surtout éviter un vain étalage d'ostentation et d'état politique, qui ne convient plus à votre situation, qui ne lui a jamais convenu, et sur lequel on pourrait peut-être rejeter une portion de nos pertes et de nos désastres...

... « Je soutiens qu'un système régulier peut être plus aisément suivi par un seul homme qui aurait votre confiance, que par un prétendu tribunal, toujours bizarrement composé, où l'intérêt de chaque particulier divise l'Administration et étouffe le bien public. Aussi, malgré les maximes républicaines, voyons-nous le général de Batavia exercer l'autorité la plus despotique.

... « L'un des meilleurs moyens de vivifier le commerce de la Compagnie dans les Indes est, à mon sens, de favoriser le commerce des particuliers. Il vous convient notamment de faciliter à vos employés les moyens honnêtes de faire fortune par un travail assidu et une industrie vigilante; car ce serait une folie d'imaginer que les appointements que vous pouvez donner fussent au fond suffisants à l'ambition des plus modérés; en procurant à chacun les moyens de travailler suivant ses forces et sa valeur, vous remplirez un double objet.

... « Le commerce des Indes, pris dans son sens absolu, est ruineux pour l'Europe en ce que nous y portons notre or et notre argent en échange des produits de l'industrie des Indiens... On peut même attribuer à cette cause ces épuisements d'argent, où

L'Europe a languï avant la découverte de l'Amérique... Mais ces terreurs s'évanouissent en les considérant d'un œil impartial et philosophique. Les mines du Mexique et du Pérou ne seront pas apparemment sitôt épuisées. Vous pouvez même diminuer la sortie de l'or et de l'argent par une judicieuse exportation des denrées du royaume et du produit de nos manufactures. J'ose même dire que cet objet, intéressant pour l'Etat et très avantageux pour vous, a été trop négligé; j'en dirai bien la raison. Les marchandises de l'Inde, qui nous sont nécessaires, accourent, par une attraction aisée à expliquer, aux lieux où l'argent les attend. Nos denrées et nos marchandises sont de défaite plus difficile... Ce n'est pas au bord de la mer et surtout dans nos établissements de la côte de Coromandel;... c'est dans l'intérieur des terres, dans les grandes villes, dans les capitales, qu'il faut en envoyer des essais...

« ... Laissons Pondichéry devenir, s'il le peut, une ville considérable, en l'aidant à se relever de ses ruines par de légers secours et quelques encouragements. Il est vraisemblable que cette ville ne parviendra de longtemps à l'orgueilleuse et inutile somptuosité où nous l'avons vue. La médiocrité, où je la crois condamnée par la nature des choses, est presque un gage de sa conservation. Nos ennemis la prendront sans doute; mais ils nous la rendront à la paix : elle ne vaudra plus la peine d'être gardée ni détruite.

« Ces raisons mènent à affirmer que les véritables entrepôts de la Compagnie des Indes doivent être à l'île de France et à l'île Bourbon... Il ne vous manque que d'y construire des magasins en état de recevoir vos marchandises. Vos vaisseaux pourront y attendre les saisons convenables pour se rendre à leur destination; car vous êtes quelquefois exposés à de grands retards, et j'ai vu, depuis 1763, deux de vos vaisseaux, partis de l'Orient pour la mer Rouge, manquer successivement leurs voyages par l'inconvénient d'être venus de trop loin, au lieu que, d'un poste situé à l'entrée de la mer des Indes, on a, pour ainsi dire, les vents à sa disposition, et l'on ne peut manquer son but...

« ... Je crois qu'il serait très utile aussi que la Compagnie des Indes songeât à se procurer des comptoirs aux lieux que je vais indiquer; savoir : à Mascate, à Bassora, à Banderabassi, à Surate, à Mangalor, à Calicut, à Cotate, à Portenove, à Masulipatan, à Yanaon, à Panjan, au Pégou, à Joudia, dans le royaume de Siam. Nous avons déjà des loges abandonnées dans la plupart de ces échelles; il faut en reprendre possession et nous procurer celles qui nous manquent. Outre ces loges, je pense qu'il est à propos d'avoir des agents dans la plupart des grands établissements européens et

de travailler aussi à obtenir quelques comptoirs dans les îles de la Sonde et à Bornéo. *Je ne comprends pas par quel motif nous avons abjuré pour ainsi dire le commerce de la Cochinchine, et par quelle négligence nous n'avons jamais tenté celui du Tonkin; cette partie orientale de l'Inde est peut-être la plus riche région de l'Univers..* Toutes ces vastes régions sont ouvertes à la navigation. Les divers genres de leurs productions font l'objet du plus grand cabotage du monde...

« ... La Compagnie n'ignore pas les avantages de la navigation dans la mer Rouge; mais ce n'est pas assez de se borner aux routes frayées; il faut s'en ouvrir de nouvelles. Je voudrais, Messieurs, que vous entretenissiez aux Indes quelques jeunes gens actifs, laborieux et instruits des vrais principes du commerce; que vous les destinassiez à parcourir ces vastes régions pour découvrir de nouvelles sources de commerce; ils en seraient en quelque sorte les apôtres. Ces missionnaires d'un ordre nouveau étendraient, de tous les côtés, les branches de votre industrie. Il est telle côte barbare sur le bord de l'océan Indien, qui, à 50 lieues de la mer, renferme, dans la plus grande abondance, les plus précieux objets du commerce; il est aisé de se les procurer : il ne faut que vouloir, mais on ne veut pas assez...

« ... On a exploité, pendant près de 60 siècles, le commerce des Indes par la voie de la mer Rouge¹. Les Vénitiens, dans nos temps modernes, y acquirent des richesses immenses. L'Italie fut le magasin général des denrées d'Orient. La découverte du cap de Bonne-Espérance changea le cours de ce commerce, que les principales nations de l'Europe se partagèrent. L'Italie ne fut plus le centre de cet important négoce. L'heureuse témérité de Vasco de Gama la relégua, pour ainsi dire, dans un coin. Il est aisé de prouver que les frais d'une si grande navigation en dégoûteraient les négociants, si les richesses de l'Inde étaient toutes renfermées sur les côtes de l'Empire mogol. Mais, comme l'industrie européenne s'est ouvert de nouvelles branches de négoce à l'Est et au Sud-Est, la route du cap de Bonne-Espérance est, à ce dernier égard, le chemin le plus commode, s'il n'est pas le plus court.

« Il ne s'ensuit pas que la voie de la mer Rouge n'ait son utilité, en l'employant judicieusement; je soutiens même qu'elle nous donnerait une extension de commerce considérable. Examinons d'abord les moyens de nous en servir, et nous jetterons ensuite un coup d'œil sur les avantages qui en résulteront.

« M. de Nointel, ambassadeur de France à Cons-

¹ Sur cette question du commerce des Indes et de l'Éthiopie par la mer Rouge, Maudave reprend, près d'un siècle après,

tantinople, en sollicitant à la Porte le renouvellement des Capitulations, eut ordre de demander la permission de tirer des marchandises des Indes par la mer Rouge, et la liberté de les déposer en Égypte pour être transportées à Marseille. Le grand vizir Achmet Coprogli accorda ces deux articles en payant 3 % sur le prix d'achat aux douanes du Grand-Seigneur. Je n'ai pas vu que le commerce des Indes ait réclamé contre ce projet. En examinant les Mémoires du temps, on doit trouver, dans les Archives de la Compagnie, les mesures qu'on voulait prendre pour transporter les marchandises au Suez et du Suez au Caire; la langue de sable, qui sépare la première de la seconde de ces deux villes, n'a pas plus de 20 lieues d'étendue, quoique la largeur de l'isthme de Suez soit à peu près de 35. La branche orientale du Nil se rapproche, en effet, de ce port de la mer Rouge à cette distance... Le transport des marchandises du Suez au Caire peut se faire aisément sur des chameaux. L'Égypte en fourmille.

« ... La partie méridionale du golfe Arabique est bordée, dans toute sa longueur, du royaume de Sennaar, de la Nubie et de l'Abyssinie. Ces trois grandes contrées regorgent de richesses, qui, à la réserve d'un léger transport, que de petites caravanes en font en Égypte, restent sans débouchés. Au moyen de nos liaisons de commerce avec les Turcs, nous serions admis à traiter à Suequen¹ où le Grand-Seigneur entretient une garnison, et où les peuples de Sennaar et de Nubie abondent en foule. *Les Abyssins ne demandent pas mieux que de recevoir nos vaisseaux dans la baie d'Alkireco et dans l'île de Messoua*².

« J'ai eu autrefois entre les mains une lettre de M. de Maillet à M. de Pontchartrain, de l'année 1696. Elle contenait des détails très curieux et très instructifs sur la Nubie et le royaume de Sennaar. Quoiqu'elle ait été imprimée, il ne m'a pas été possible de la retrouver. Je m'en rappelle très bien une particularité intéressante, qui prouve combien il serait facile d'obtenir ce qu'on voudrait pour la sûreté du commerce de la part du Gouvernement d'Égypte³; voici le fait :

« Louis XIV envoyait, en Abyssinie, un ambassa-

deur au Grand Négus. Quelques marchands français et grecs se joignirent à l'ambassade. Cette petite caravane arriva à Sennaar. Le Roi reçut l'atabassadeur avec de grands honneurs; mais le barbare, tenté par l'appât du gain, le fit massacrer avec tout son monde. Il ne s'en échappa qu'un chirurgien franc-comtois nommé Charles Poncelet, qui retournait pour la seconde fois en Abyssinie, et du premier voyage duquel nous avons une relation, insérée, si je ne me trompe, dans le « Recueil des lettres édifiantes ».

« M. de Maillet, dont les conseils avaient décidé l'ambassade, et qui en avait dirigé la route, fut outré de la perfidie du roi de Sennaar. Il proposa à la Cour d'en tirer une vengeance éclatante; on lui en demanda les moyens; il négocia avec les Puissances du Caire, et il en obtint la permission de faire passer sur leurs terres un corps de 1.200 soldats français avec leurs canons et leurs munitions. Il voulait se mettre à la tête de ce corps et le conduire lui-même à Sennaar, qu'il aurait saccagée et brûlée, et il assurait à M. de Pontchartrain qu'il laverait, dans le sang de ce roi barbare, la cruelle violation du droit des gens dont il s'était rendu coupable. La Cour, qui avait des affaires plus importantes, laissa le roi de Sennaar tranquille, et perdit toutes vues de liaisons et de commerce avec le roi d'Abyssinie. Ce fait est très singulier dans toutes circonstances, et il prouve assez clairement que les Puissances du Caire entrèrent dans nos desseins, si nous savons leur y faire trouver des avantages.

« ... Si jamais nous pouvons avoir une correspondance assidue avec l'Abyssinie, nous y ferons un commerce prodigieux. Ces peuples sont plus doux et plus civilisés que les autres nègres; ils ont même le singulier privilège de tenir aux musulmans et aux chrétiens, et ces deux religions rivales, qui s'accordent sur si peu de points, comptent les Abyssins au nombre de leurs enfants, puisqu'ils ont l'honneur d'être circoncis et l'avantage d'être baptisés. Il est vrai, car il ne faut rien dissimuler, que les Abyssins sont entachés de l'hérésie de Dioscore; mais les riches productions de leur sol sont encore dans la pureté de leur production originale; en les traitant comme des frères bâtards ou rebelles, nous pouvons encore commercer utilement avec eux.

« J'ai beaucoup entretenu, dans les Indes, un homme d'esprit et de sens, qu'un concours de circonstances bizarres avait retenu vingt ans en *Éthiopie*; il ne pouvait se lasser de louer la douceur et l'humanité de ces peuples, et d'exalter la richesse et l'abondance des productions du pays. Il prétendait que nos vaisseaux, en montrant quelque envie de traiter avec eux et se présentant sur les côtes de Dalkirko et de Messoua, les attireraient, avec

les idées de Colbert et de M. de Maillet; de même que l'idée du canal de Suez se trouve déjà dans le *Parfait Négociant* de Jacques Savary (1679).

¹ Souakin, port le plus sûr de la mer Rouge, et lieu d'embarquement des pèlerins de la Mecque.

² Arkiko et Massaouah.

³ Voir, sur cette question des rapports commerciaux entre la France et l'Abyssinie sous Louis XIV, Masson : *Commerce français dans le Levant au xvii^e siècle*, 1897, p. 323-326 et 411-413. La lettre de M. de Maillet, dont il est question plus loin, y est résumée, ainsi que l'histoire de l'ambassade à laquelle était attaché le chirurgien Poncelet, et que conduisait Le Noir du Roule (1703). — Cf. DE CAIX DE ST-AUMOUR : Histoire des relations de la France avec l'Abyssinie chrétienne sous Louis XIII et Louis XIV.

leur or, leur ambre, leur civette, leur ivoire et toutes les autres riches denrées de l'*Abyssinie*, pour recevoir en échange les toiles blanches et bleues des Indes, les brocards et autres ouvrages de la fabrique de Surate, et surtout de celles de Hamidabad. Je laisse à penser combien cette branche de commerce isolée, et pour ainsi de hors-d'œuvre, serait avantageuse au commerce général de la Compagnie. »

III

Dans les extraits précédents, on remarque l'absence de toute indication sur Madagascar, qui devait pourtant jouer, à l'avis de Maudave, un rôle de premier ordre parmi nos colonies futures. L'île de France et ses dépendances ayant été, en effet, depuis 1763, rétrocedées à l'État, cette partie de ses projets ne regardait plus la Compagnie des Indes et c'est dans toute une série d'autres Rapports, adressés au duc de Praslin, ministre de la Marine, que notre héros les a longuement développés.

Je ne saurais, sans dépasser le cadre de cet article, donner ici un résumé de toutes ses idées très originales sur la grande île madécasse ; mais je tiens cependant à en extraire quelques passages caractéristiques.

C'est ainsi qu'après avoir exposé l'importance stratégique de nos deux vieilles colonies de Bourbon et de l'île de France, en même temps que l'impossibilité, où elles lui semblaient, de se suffire à elles-mêmes, Maudave indique Madagascar comme devant devenir leur centre naturel de ravitaillement :

« Cette île, dit-il, par son étendue, par le nombre et la variété de ses productions et par le caractère des peuples qui l'habitent, est susceptible du plus grand commerce. Les indigènes sont naturellement négociants : ils vivent sous une ombre de lois et de police... Ce peuple est doux, patient, industrieux, grand imitateur.

« ... S'il était question de former une colonie en Amérique, on dirait : prenez les précautions nécessaires pour transporter un peuple tout formé, avec sa subsistance, son industrie, ses arts et même les instruments de ses arts ; vous allez habiter une terre agreste et sauvage, qui ne vous donnera rien qu'après de longs et pénibles travaux. L'île de Madagascar nous offre des ressources plus prochaines ; elle est peuplée, elle est cultivée ; il n'est question que de lier une correspondance réciproque avec les habitants, pour en retirer les plus grands fruits. Il y a, après tout, une grande différence entre le climat de cette île et celui de l'Amérique ; ce dernier dévore ses habitants ;... les indigènes ne sont que des barbares presque semblables aux monstres de leurs forêts, sans lois, sans police,

et, ce qui est encore plus à considérer, sans besoins ; l'île de Madagascar, au contraire, renferme un peuple actif, laborieux, simple, doux et qui ne demande qu'à étendre la sphère de ses connaissances ;... d'après mon expérience personnelle, il n'en est peut-être point sur la terre, avec lequel une nation commerçante puisse négocier avec plus de fruit... Rien n'est plus aisé que de donner aux Madécasses nos goûts et nos besoins.

« La religion nous offre, à cet égard, des armes d'une bonne trempe. Ces peuples ont un penchant incroyable pour nos cérémonies et la magnificence de notre culte... Ils se rendront en foule sous notre protection. Divisés en petits états politiques, tourmentés par leurs maîtres, ce peuple doux et timide connaît le prix du repos et de la sûreté. En les traitant bien, avançant peu à peu et ne les violentant pas, nous les verrons abandonner leurs tyrans et briguer la faveur de nous être incorporés... Nous connaissons parfaitement, à l'île de France, le caractère des Madécasses. Ils sont lents dans leurs opérations, mais doux et paisibles. Ils aiment les arts mécaniques, ils deviennent aisément charpentiers, menuisiers, serruriers, forgerons, maçons, couvreurs, tanneurs, etc. Ils s'attachent aisément à leurs maîtres, quand ils en sont bien traités, mais ils sont légers, volages et sujets à ce qu'on appelle dans leur langage : *se piller de fantaisie*. Avec de la douceur, de la patience, de la fermeté, de l'équité, on en fait tout ce qu'on veut. »

Je n'ai pas voulu interrompre cette longue citation ; mais on aura remarqué le curieux parallèle entre les États-Unis et Madagascar, il y a un siècle : les difficultés relatives aux indigènes, on sait comment les Américains les ont résolues, d'une façon radicale, en supprimant ceux-ci ; quant au climat, qui passait alors pour plus insalubre encore que celui de Madagascar, il est assez réconfortant pour l'avenir de constater combien vite l'occupation des Européens l'a assaini.

Ailleurs, Maudave revient, à diverses reprises, sur les productions de l'île, insistant surtout sur l'extraordinaire multiplication des troupeaux, sur les bois précieux des forêts, les gommés, les résines, le chanvre, le lin, etc. Mentionnons aussi quelques points accessoires, qu'il peut être curieux de rappeler : ainsi la soie, produite abondamment par une chenille malgache (le *Bombyx radama*), soie qui ne peut se dévider, mais qui se carde et se file à la quenouille ; ainsi encore les baleines, dont il serait, suivant lui, possible d'organiser la pêche sur les côtes orientales et méridionales. « Elles y sont très communes, dit-il, et malgré le peu d'industrie des insulaires, ils en prennent assez souvent. » Enfin, il propose d'attirer à Madagascar des ouvriers indous, comme les Anglais l'ont fait si activement et avec

succès pour leurs colonies de Maurice et de Natal. Il signale même la présence de l'or dans la partie centrale, « que les Portugais ont fouillée autrefois », tout en remarquant, avec raison, que les richesses territoriales sont de plus de valeur réelle que celles des placers de la grande île.

Sur tous ces points, il se montre, en somme, très judicieux, sans avoir rien à nous apprendre de nouveau; mais, là où il témoigne véritablement d'une perspicacité singulière et nous donne un avis qui, aujourd'hui encore, vaudrait peut-être d'être écouté, c'est lorsqu'il met en relief la proximité entre Madagascar et ce presque fabuleux Monomotapa, que nous appelons aujourd'hui le Transvaal et la Chartered, lorsqu'il insiste vivement sur le lien intime qui rattache l'un à l'autre les deux pays et qui peut les faire prospérer l'un par l'autre: l'un extrayant en abondance l'or de ses mines, l'autre lui envoyant en échange la nourriture dont il regorge. N'y eût-il, dans le manuscrit dont nous nous occupons ici, que ce passage, il eût valu, ce me semble, d'être signalé:

« Un objet essentiel de notre établissement à Madagascar, écrivait Maudave au ministre de la Marine, est de créer, d'étendre de nouvelles branches de commerce sur la côte orientale d'Afrique, depuis

la terre de Natal jusqu'au cap de Gardafui. *La baie de Delagoa, où se décharge une grande rivière qui vient de l'intérieur des terres, mérite d'être mieux connue et plus fréquentée.* On y échange des toiles et des guingans contre de l'or, de l'ivoire et des esclaves... Les Arabes de cette côte trafiquent avec les nègres de l'intérieur des terres *jusqu'au fond du Monomotapa, dont ils tirent beaucoup d'or.* Quoique les Portugais prétendent à l'exclusif dans cette partie de l'Afrique, leur misère ou leur faiblesse donne beau jeu. Il n'est presque point de gouverneur portugais dans ces quartiers, dont on n'achète la bienveillance avec des chemises et quelques paires de bas. Il est sûr que la côte orientale d'Afrique regorge de richesses... »

Si l'on songe que tout cela a été écrit en 1767, on reconnaîtra que ce Maudave, qui invitait le Gouvernement de Louis XV à occuper le Tonkin et Madagascar, à récolter l'or du Transvaal et à établir des relations commerciales avec l'Abysinie et, bien mieux, qui lui en offrait le moyen, ne méritait peut-être pas l'oubli profond où son nom est tombé.

L. De Launay,

Ingénieur en chef des Mines,
Professeur à l'École Nationale Supérieure
des Mines.

LES LOIS DU RAYONNEMENT

ET LA THÉORIE DES MANCHONS A INCANDESCENCE

DEUXIÈME PARTIE : LES APPLICATIONS

Dans un premier article¹, nous avons résumé les recherches expérimentales qui ont permis d'établir les lois du rayonnement des corps incandescents; nous allons maintenant montrer l'application de ces données à quelques problèmes pratiques.

I. — CONDITIONS D'UNE BONNE UTILISATION DE L'ÉNERGIE DANS L'ÉCLAIRAGE.

Les recherches récentes relatives au rayonnement des corps noirs et des corps réels ont confirmé, en la précisant, l'idée, mise au jour déjà par les travaux anciens, que, pour un radiateur donné, le rapport de l'énergie lumineuse à l'énergie totale augmente en même temps que s'élève la température du radiateur.

Mais nous savons aujourd'hui, contrairement à l'opinion anciennement admise, que, pour une

même température, ce rapport varie d'un corps à l'autre, augmentant en général avec le pouvoir réfléchissant des surfaces, puisque, au moins pour les métaux, le coefficient définissant ce pouvoir varie dans le même sens que la longueur d'onde¹. D'autre part, la puissance de chaque radiation due à l'incandescence pure est toujours moindre que celle du corps noir, ou lui est tout au plus égale, et nous avons vu que, même pour des corps considérés en général comme très noirs, la différence peut être considérable.

Les conditions pratiques de l'éclairage pourront faire préférer tel radiateur à tel autre, suivant le

¹ La température élevée à laquelle peut être porté l'osmium et son pouvoir réfléchissant considérable ont conduit M. Auer von Welsbach à créer récemment une nouvelle lampe électrique à incandescence, ne dépensant que un watt environ par bougie. L'explication de cet excellent rendement est contenue tout entière dans les faits d'expérience résumés dans notre premier article.

¹ Voyez la *Revue* du 30 avril 1901, t. XII, p. 338.

but poursuivi et les moyens dont on dispose. Si, par exemple, pour une raison quelconque, on recherche le maximum de l'éclat, c'est-à-dire le maximum de lumière pour une surface donnée, on devra avoir recours au corps noir, que l'on amènera à la plus haute température qu'il puisse supporter, ou que le chauffage permettra de réaliser. Mais c'est là un cas très exceptionnel, car on peut, en général, compenser le défaut d'éclat par l'augmentation de la surface, et l'intensité importe seule. En pratique, le problème se ramènera donc presque toujours à celui du rendement, qui, comme nous l'avons vu, augmente avec la température de la source et avec son pouvoir réfléchissant dans l'infra-rouge.

Ici encore, deux cas très différents peuvent se présenter suivant le mode de chauffe du radiateur : ou bien l'apport d'énergie est illimité, comme dans la chauffe par le courant électrique; ou bien il est donné par une flamme, et alors il est limité théoriquement à la température de la flamme.

Dans le premier cas, la limite de la température sera imposée seulement par la conservation du radiateur; dans le second, on devra chercher à augmenter le plus possible la température de la flamme, et à utiliser très complètement sa chaleur.

Les conditions d'utilisation du courant électrique pour la production de la chaleur sont trop connues pour qu'il y ait lieu d'y insister; en revanche, la question de la température des flammes est fort controversée, et il convient de nous y arrêter un instant.

II. — ÉTUDE DE LA FLAMME.

§ 1. — Mesure de la température des flammes.

Malgré de nombreux travaux consacrés à cette question, la température des flammes est très mal connue, et les résultats donnés par les divers auteurs qui s'en sont occupés diffèrent dans une large mesure, sans que l'on trouve des raisons suffisantes pour éliminer d'emblée les nombres les plus divergents.

On sait seulement, d'une façon bien certaine, que la température varie considérablement en des points très voisins d'une même flamme, et qu'à des distances qui se mesurent par une fraction de millimètre, les écarts atteignent plusieurs centaines de degrés. L'étude complète comprendra donc une sorte de topographie thermométrique de la flamme, indiquant les variations de l'état thermique en ses divers points, puis une mesure absolue permettant de fixer l'échelle de l'ensemble.

Jusqu'ici, deux procédés ont été appliqués à l'évaluation de la température des flammes. Le premier, purement théorique, consiste à calculer

les quantités de chaleur dégagées par les combustions, et, connaissant les chaleurs spécifiques des constituants, à en déduire les températures moyennes. L'autre, plus fréquemment employé, est uniquement expérimental; il transforme le problème dans celui de la mesure de la température d'un corps immergé dans la flamme, et que l'on suppose en équilibre thermique avec elle. Pour une exploration détaillée, on devra, d'après ce qui vient d'être dit, employer un corps de très faibles dimensions, par exemple un fil fin de platine.

Lorsqu'on compare les résultats obtenus par les deux procédés, on voit que le premier fournit des nombres incomparablement plus élevés que le second, et, comme celui-ci a paru jusqu'ici à peu près sans reproche, on en a conclu que la théorie négligeait des facteurs très importants.

Le procédé expérimental, pour direct qu'il pa-

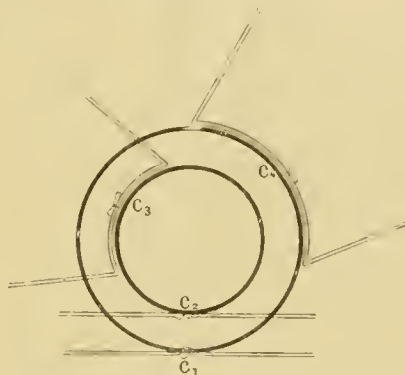


Fig. 1. — Dispositif de M. Smithells pour l'étude du Ber Bunsen.

raïsse, cache cependant d'assez grosses erreurs, dont quelques-unes ont été mises en lumière par les physiciens qui l'ont appliqué, mais dont plusieurs semblent avoir été trop négligées jusqu'ici.

Lorsqu'on amène, en un point déterminé d'une flamme, une soudure thermoélectrique, les deux fils qui y aboutissent conduisent de la chaleur à l'extérieur, et refroidissent le point de contact dont la température est considérée comme indiquant celle de la flamme. On réduit cette erreur en employant des fils fins, en choisissant des métaux peu conducteurs, par exemple en substituant au platine pur, qui forme généralement l'un des éléments du couple, un de ses alliages avec un métal réfractaire, de telle sorte que les deux parties du couple soient constituées par des alliages de platine.

Enfin, dans l'étude d'une flamme dont une région étendue est homogène, une flamme circulaire par exemple, on donne aux deux parties du fil aboutissant à la soudure une forme qui épouse celle de la flamme, ainsi que l'a fait M. Smithells

dans l'étude du bec Bunsen¹. Dans les expériences de cet habile chimiste, les fils disposés en C_1 et C_2 sur les deux cônes de la flamme (fig. 1), donnaient des résultats sensiblement différents de ceux fournis par les fils en C_3 et C_4 .

Les observations faites dans les meilleures conditions ont conduit M. Smithells aux résultats suivants : La température indiquée par les couples croît dans l'ordre C_3 , C_2 , C_1 , C_4 . En C_4 , elle est de 1611° , et en C_3 de 1530° .

Dans une flamme plate, lumineuse à sa partie

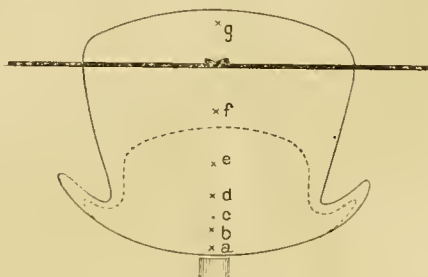


Fig. 2. — Schema des positions adoptées pour la mesure des températures dans une flamme plate.

supérieure, les mesures effectuées de a à g (fig. 2) ont donné les résultats suivants :

	SUR LE BORD EXTÉRIEUR	AU CENTRE
En a	1.478°	196°
b	1.564°	382°
c	1.560°	641°
d	1.547°	947°
e	1.576°	1.110°
f	1.613°	1.100°
g	1.613°	1.613°

La température va donc en montant du bas au haut de la flamme, beaucoup plus rapidement à l'intérieur qu'à l'extérieur, les deux lames chaudes se rejoignant au sommet.

D'autre part, M. Vivian Lewes indique, pour les différentes parties d'une flamme lumineuse de gaz d'éclairage, dans deux Mémoires parus à quelques années de distance, les résultats ci-après²:

	EN 1892	EN 1895
Zone non lumineuse	1.014°	1.023°
Commencement de la partie lumineuse	1.267°	1.638°
Fin de la partie lumineuse	1.368°	2.116°

Enfin M. Waggener a fait, en 1895, sous la direction de M. Warburg, d'intéressantes recherches sur la flamme du bec Bunsen³. Après avoir vérifié que la conduction électrique par la flamme et les forces

thermoélectriques dues au contact direct des gaz chauds n'influencent pas sensiblement les mesures, il constata, au contraire, qu'un fil demeuré très longtemps dans la flamme est altéré au point de donner au galvanomètre des indications qui, si elles sont rapportées au premier étalonnage, faussent les résultats de plusieurs centaines de degrés.

En employant des fils de divers diamètres, rectilignes ou circulaires, M. Waggener put déterminer les conditions dans lesquelles la conduction thermique est suffisamment éliminée. Le fil généralement employé, n'ayant que 0,045 millimètre de diamètre, fournissait des résultats à peu près indépendants de la conduction, mais que l'on pouvait encore corriger par extrapolation, en tenant compte des données fournies par les fils de plus gros diamètre.

Une exploration complète de la flamme soustraite aux courants d'air a conduit M. Waggener à formuler les conclusions suivantes : La mesure directe de la température par le plus fin des fils employés donne un maximum de 1704° sur le cône extérieur, à 2 centimètres au-dessus du brûleur, la flamme ayant une hauteur totale de 12 à 13 centimètres. Le milieu du cône extérieur possède une température maxima de 1591° ; enfin, la surface intérieure du cône possède une température qui, dans la partie la plus chaude, atteint 1408° . L'extrapolation, pour un fil infiniment mince, donne, pour la partie la plus chaude, une température de 1750° à 1760° .

Les nombres qui viennent d'être reproduits, tout en donnant à peu près la physionomie générale de certaines flammes, ne représentent pas, si l'on en excepte un résultat de M. Lewes, très discordant des autres, les plus hautes températures soupçonnées dans les flammes ordinaires. Ainsi, il est d'expérience courante qu'un fil très fin de platine, introduit dans une flamme, fond à son extrémité et forme une perle qui se solidifie. Ce fil rencontre donc des filets gazeux dont la température est supérieure à celle de la fusion du platine, qui, d'après M. Violle, est de 1775° , et, suivant MM. Holborn et Wien, de 1777° . Or, ce phénomène ne peut guère être attribué au fait d'une combinaison qui se produirait entre le platine et l'un des constituants de la flamme, puisque la fusion se produit au bout d'un instant très court, et semble, au contraire, s'arrêter ensuite, dès que la perle a pris des dimensions notablement plus grandes que le diamètre du fil. La conduction de la chaleur étant la même pendant toute l'expérience, ce phénomène ne peut pas être invoqué pour expliquer la solidification succédant à la fusion.

Je reviendrai bientôt sur cette question ; mais je puis, dès maintenant, signaler comme l'une des

¹ A. SMITHELLS : On flame temperatures, etc.; *Trans. Chem. Soc.*, 1895, p. 1042.

² V. LEWES : *Ibid.*, 1892, p. 322; *Proc. Roy. Soc.*, t. LVII, p. 394; 1895.

³ *Verhandlungen der Berliner Phys. Ges.*, t. XIV, p. 78.

causes du phénomène le fait que le fil, aussi longtemps qu'il est très mince, rencontre par instants des filets gazeux beaucoup plus chauds que l'ensemble du courant ambiant, tandis que, lorsque la sphère en fusion atteint des dimensions notables, elle prend automatiquement la moyenne, dans le temps et dans l'espace, des températures qui l'entourent, et qui est sensiblement inférieure aux températures maxima atteintes par certaines régions très limitées de la flamme.

§ 2. — Méthodes nouvelles.

Les observations qui viennent d'être mentionnées et leur discussion nous montrent déjà que les valeurs données pour la température des flammes sont certainement trop basses, ou tout au moins se rapportent toujours à une moyenne prise sur un intervalle de temps plus ou moins long, et un espace plus ou moins étendu, et ne s'appliquent pas au maximum atteint dans les flammes. Mais il est une cause générale d'erreur dans ces déterminations, à laquelle on n'a pas prêté, à beaucoup près, l'attention qu'elle mérite : c'est le refroidissement du fil explorateur par le rayonnement.

En réalité, la température prise par le fil résulte d'un équilibre entre l'énergie soustraite à la flamme, et celle qui est rayonnée à l'extérieur.

Or, l'une et l'autre étant proportionnelles à la surface du fil, au moins tant que celui-ci est assez fin pour ne pas dénaturer le régime de la flamme, l'écart entre les deux températures, de la flamme et du fil, est indépendant du diamètre de ce dernier. Il n'est donc pas éliminé par une extrapolation, ou par une combinaison quelconque des expériences, à moins que l'extrapolation se rapporte au pouvoir émissif du fil.

Il est facile d'exprimer, par une équation dont nous chercherons ensuite à déterminer les coefficients, l'erreur que l'on peut commettre dans la mesure de la température d'une flamme par l'incandescence d'un fil. Soient Θ_3 , Θ_2 et Θ_1 , respectivement les températures absolues du courant gazeux, du fil et de l'enceinte, A et B deux coefficients à peu près constants. Si le fil est en platine poli, l'équilibre s'établira lorsque Θ_2 satisfera à la condition :

$$A(\Theta_2 - \Theta_1) = B(\Theta_2^5 - \Theta_1^5),$$

suffisamment exacte dans un intervalle de température assez étendu. La température de la flamme sera donnée alors par :

$$\Theta_2 = \Theta_1 + \frac{A}{B} (\Theta_2^5 - \Theta_1^5),$$

le dernier terme corrigeant la température directement observée par le fil. Aux températures basses, ce terme est presque négligeable dans la

majorité des cas. Cependant, les précautions que prennent les météorologistes dans la mesure de la température de l'air montrent que, même aux températures ordinaires, on commettrait des erreurs sensibles si l'on n'en tenait pas compte. Or, la rapidité de son ascension avec la température nous montre que, dans le cas qui nous occupe, il peut devenir extrêmement important.

Je ne connais malheureusement pas d'expériences propres à nous donner des valeurs du quotient $\frac{B}{A}$ permettant d'évaluer avec quelque certitude ce terme correctif. L'incertitude porte, d'ailleurs, tout entière sur le coefficient A, qui devrait être déterminé dans les conditions de densité, de composition chimique et d'agitation existant dans la flamme.

On peut, cependant, se faire une idée de l'ordre de grandeur de ce rapport en partant de certaines expériences sur l'énergie dissipée à la fois par rayonnement et par conduction, dans des gaz à des pressions diverses. Ici, des expériences de MM. Ayrton et Kilgour nous apprennent que l'émissivité d'un fil augmente à mesure que son diamètre diminue; et comme, pour des raisons dont l'exposé nous entraînerait loin de notre sujet, cette propriété devrait varier en sens inverse si l'on ne considérait que le rayonnement, on peut en conclure que les échanges entre une surface métallique et le gaz ambiant augmentent moins rapidement que les dimensions de la surface.

D'autre part, des recherches très étendues, faites par M. J.-E. Petavel¹, ont fait connaître les quantités d'énergie dissipées dans l'air, dans l'hydrogène et dans l'acide carbonique par une bande de platine chauffée par le courant électrique.

La figure 3 représente une partie de ses résultats sur les deux premiers gaz. Les abscisses sont les températures, et les ordonnées les émissivités, c'est-à-dire, dans chaque cas, le coefficient qui, multiplié par un centimètre carré et par la chute de température en degrés, donne, en watts, l'énergie dissipée.

Pour chacun des cas étudiés, nous pourrions écrire l'expression de la puissance dissipée sous la forme :

$$P = A (\Theta_2 - \Theta_1) + B (\Theta_2^5 - \Theta_1^5),$$

Θ_1 étant à la fois ici la température du gaz et celle de l'enceinte. L'émissivité totale sera donc :

$$\frac{P}{\Theta_2 - \Theta_1} = A + B \frac{\Theta_2^5 - \Theta_1^5}{\Theta_2 - \Theta_1}.$$

Les courbes correspondant aux divers cas ne

¹ J. E. PETAVEL : On the Heat dissipated by a platinum surface at high temperatures. *Trans. Royal Soc.*, t. CXCI, p. 501-524, 1898.

devront différer que de la quantité Λ , variable suivant la nature et la densité du gaz ; elles devront donc être parallèles, si Λ est constant, condition sensiblement satisfaite par les résultats de l'expérience, ce qui vérifie nos hypothèses.

Les expériences dans l'air sec, sous 1 cm. de pression, devront donner sensiblement la valeur du second terme ; on en déduira la valeur de Λ , dans chaque cas particulier, par différence, en re-

M. Petavel, que la température du gaz était de 100° environ, on aura :

$$\Theta_3 = \Theta_2 + 929 \text{ degrés.}$$

La correction serait donc supérieure à 900 degrés.

Ce résultat est certainement exagéré, surtout parce qu'il est déduit d'expériences faites dans un gaz en repos, et parce que l'écart $\Theta_2 - \Theta_1$ est pris vers les températures basses, tandis que $\Theta_3 - \Theta_2$

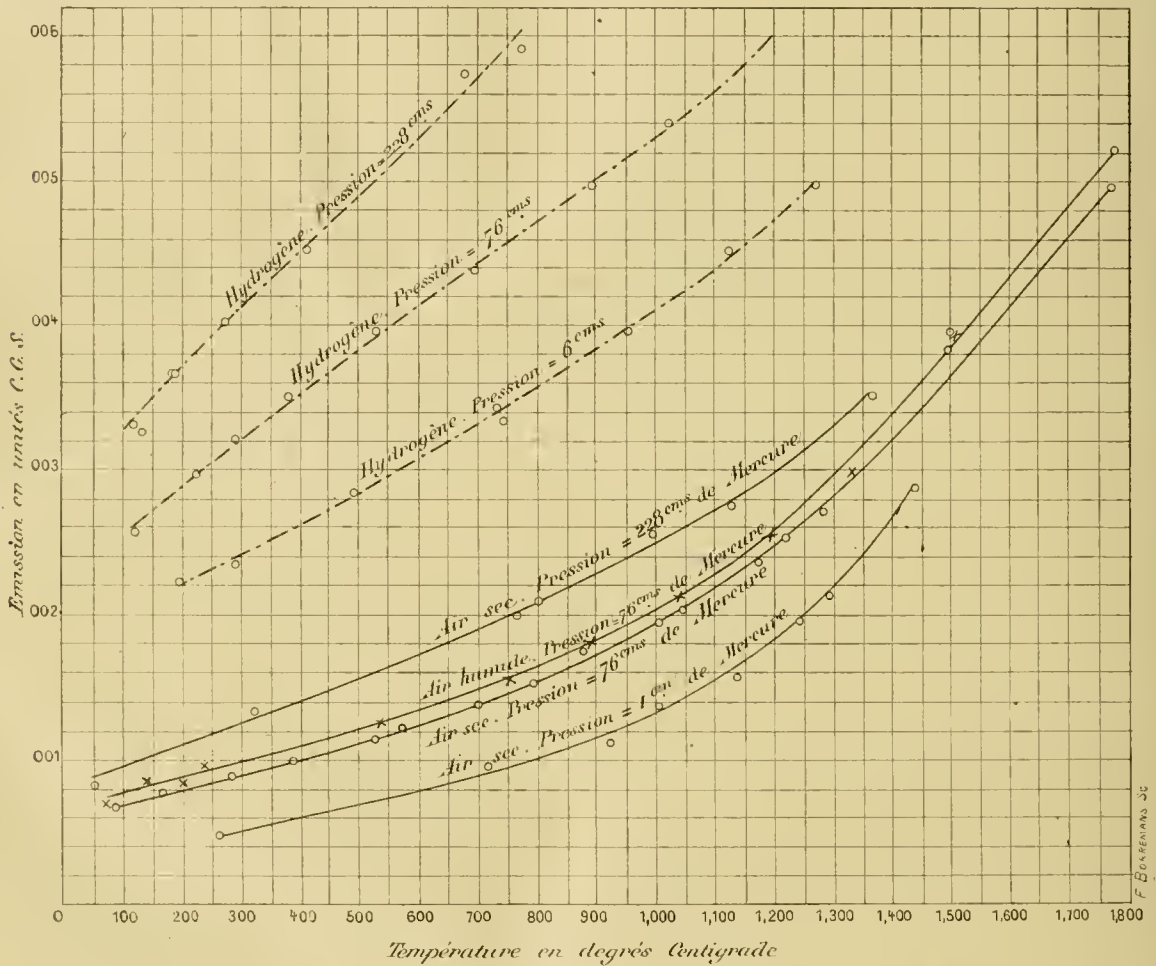


Fig. 3. — Emission du platine chauffé dans l'air et dans l'hydrogène, d'après M. Petavel.

marquant que ce procédé nous donne une valeur minima. Par exemple, à 1.700° abs. on aura :

$$B \frac{\Theta_2^5 - \Theta_1^5}{\Theta_2 - \Theta_1} = 0,028.$$

et, pour l'hydrogène sous la pression atmosphérique, et à la même température :

$$\Lambda = 0,040.$$

On en déduit :

$$\Theta_3 = \Theta_2 + 0,7 \Theta_2 - \Theta_{1,1}$$

et, en admettant, d'après d'autres expériences de

s'étend en réalité vers les températures élevées. Mais, d'autres facteurs agissent en sens inverse ; ainsi, le gaz des flammes n'est pas de l'hydrogène pur, et, en l'assimilant à de l'hydrogène à la densité correspondant à la pression atmosphérique, nous en avons certainement exagéré l'effet.

La conclusion est que l'équilibre entre la chaleur enlevée à la flamme et l'énergie rayonnée par le fil s'établit à une température très inférieure à celle de la flamme, et, en tenant compte des erreurs dans les hypothèses précédentes, on admettra néanmoins qu'elle puisse en différer de 300 ou 400 degrés.

Les résultats donnés par MM. Lummer et Pringsheim, pour la bougie ou le brûleur Argand, déduits d'expériences sur la radiation, peuvent être affectés de la même erreur, en tant du moins qu'il s'agit de la température des gaz de la flamme.

Le calcul qui précède nous a seulement renseignés sur l'ordre de grandeur de l'écart qui peut exister entre la température d'une flamme et celle du fil servant à la mesurer. Appliqué à des expériences faites spécialement en vue de déterminer le rapport des coefficients A et B, il pourrait sans doute fournir des résultats assez approchés. Mais on pourrait imaginer d'autres procédés permettant de déterminer avec exactitude la température des flammes.

On pourrait d'abord opérer par extrapolation, en déterminant la température que prennent une série de fils dont le pouvoir émissif irait en décroissant. Si l'on réussissait à maintenir, dans la flamme, un fil de platine noirci, on observerait sans doute un écart considérable entre sa température et celle d'un fil poli¹.

En second lieu, on pourrait opérer dans un cylindre assez long, et aussi parfaitement réfléchissant que possible, atténuant dans une large mesure les effets du rayonnement. Si le pouvoir réfléchissant du cylindre était en outre déterminé, on n'aurait plus qu'une petite correction à appliquer au résultat trouvé directement.

Dans le même ordre d'idées, on pourrait mesurer l'éclat que prend un fil chauffé à la fois par la flamme et au moyen d'un courant dont on connaîtrait l'intensité. Comparant cet éclat, par l'intermédiaire d'un étalon, à celui du même fil chauffé dans le vide par un courant, on trouverait une valeur plus forte dans le premier cas, aussi longtemps que le fil serait moins chaud que la flamme, et plus faible lorsqu'il aurait dépassé sa température.

La difficulté d'emploi de ces deux procédés consisterait surtout dans le fait que, dans les flammes chaudes, tous les fils métalliques atteindraient sans doute leur température de fusion. On en serait donc réduit soit à n'étudier que les flammes les moins chaudes, et à en déduire une correction pour les autres, soit à employer des fils non métalliques, ce qui, depuis les travaux d'Auer et de Nernst sur les terres rares, ne présenterait peut-être pas de trop grandes difficultés.

Enfin, dans une toute autre direction, on pourrait déterminer l'indice de réfraction des flammes,

par les procédés interférentiels employés déjà par M. Mach, et par M. Daniel Berthelot, et, de la connaissance de leur composition chimique, leur température se déduirait immédiatement.

En attendant que l'emploi d'une des méthodes qui viennent d'être décrites, ou de telle autre que l'on pourra imaginer, ait permis de déterminer en toute rigueur la température des flammes, nous pouvons admettre avec beaucoup de vraisemblance que les parties les plus chaudes de la flamme du bec Bunsen dépassent 2,000°, et atteignent peut-être 2,200°.

Dans tout ce qui précède, nous n'avons considéré que des flammes ordinaires, brûlant sans aucun artifice destiné à en élever la température. Mais on peut, soit par un mélange convenablement effectué de l'air et du gaz combustible (Système Chemin ou Bandsept), soit en élevant la pression, augmenter à la fois le rendement de la combustion et la température de la flamme. Mais cette question est fort complexe, et nous entraînerait loin de notre sujet.

§ 3. — Éclat propre des flammes lumineuses

L'éclat d'une flamme dépend à la fois de sa température et de la densité des particules de charbon portées à l'incandescence par la combustion des parties gazeuses, cette densité étant prise pour toute l'épaisseur de la partie considérée de la flamme, mais rapportée à la surface visible. Elle peut être exprimée par le rapport de la superficie formée par la somme des projections des particules dans une direction déterminée à la superficie totale de la portion de flamme que l'on considère, vue dans la même direction.

Dans la plupart des flammes éclairantes, cette densité est extrêmement faible, comme on peut s'en convaincre par diverses expériences dont nous ne citerons que les plus typiques :

1° Il est d'observation courante que la flamme d'une bougie, exposée aux rayons solaires, ne projette aucune ombre perceptible, ce qui, au degré de sensibilité de l'observation, certainement troublée par la réfraction dans les gaz chauds, nous montre que la densité superficielle des particules de charbon dans la flamme de la bougie est négligeable.

2° Comme complément, si l'on observe le filament d'une lampe à incandescence en partie à travers la flamme d'une bougie, d'un bec papillon ou d'un brûleur Argand, en ayant soin de diaphragmer l'œil très fortement, on aperçoit non seulement très distinctement le filament derrière la flamme, mais encore on ne constate qu'une différence minime entre les parties vues directement ou à travers la flamme.

3° L'action lumineuse des particules disséminées

¹ Nous verrons plus loin qu'en effet un fil de platine recouvert de substances diverses et chauffé en un même point d'une flamme, peut prendre des températures qui, déjà au voisinage de 1200°, diffèrent de plusieurs centaines de degrés.

dans une flamme s'additionne sans affaiblissement sensible pour d'assez grandes épaisseurs. Ainsi, l'intensité d'un bec papillon vu par la tranche ou par le plat est à peu près la même.

D'après M. Féry¹, l'éclat maximum dans le sens du plat est égal à 0,35 de l'éclat moyen de la flamme du carcel, tandis que, dans la portion la plus brillante de la tranche, il est égal à 7,2 de la même unité. Pour une mèche plate à pétrole, la différence est moindre, ce qui tient en majeure partie à ce que les dimensions dans les deux sens sont dans un rapport plus voisin de l'unité que dans le bec papillon.

Dans la flamme de l'acétylène, dans laquelle la densité du carbone est beaucoup plus grande que dans celle du gaz d'éclairage ordinaire, M. Féry a trouvé encore un éclat de 7,2 à plat, et de 33 par la tranche, pour une flamme de 3 centimètres de largeur. On voit donc que, même pour cette flamme relativement opaque, les actions s'additionnent sur d'assez grandes épaisseurs.

Une expérience facile à faire donnerait une valeur assez exacte de la densité du carbone dans les flammes; il suffirait, pour cela, de comparer l'intensité lumineuse de chaque flamme à celle d'une lampe incandescente de même teinte, en tenant compte du rapport des superficies apparentes de la flamme et du filament. Les nombres que l'on trouverait ainsi pour les flammes ordinaires seraient de l'ordre de quelques centièmes au maximum².

¹ C. FÉRY : Photométrie de l'acétylène. Association française, Congrès de Carthage, 1896.

² On pourrait aussi déterminer la densité superficielle des parcelles lumineuses par un procédé d'addition consistant à mesurer l'éclat de plusieurs flammes superposées.

Soit p cette densité pour une flamme donnée; la portion libre sera $1-p$, et, pour m flammes superposées, elle sera réduite à $(1-p)^m$. Soit k l'éclat de l'ensemble des flammes par rapport à l'éclat d'une flamme isolée, k étant forcément plus petit que m . Nous aurons, pour déterminer p , l'équation :

$$1 - (1-p)^m = kp.$$

Les deux équations :

$$m - \frac{m(m-1)}{1.2} p = k$$

et

$$m - \frac{m(m-1)}{1.2} p + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3} p^2 = k$$

donneront deux valeurs de p approchées respectivement par excès et par défaut.

Soit, par exemple : $m = 10$, $k = 9$; la première équation donnera : $p = \frac{1}{43}$, et la seconde : $p = \frac{1}{18}$. La racine sera certainement comprise entre $\frac{1}{71}$ et $\frac{1}{48}$, la deuxième valeur étant beaucoup plus approchée que la première. Donc, si dix lumières superposées ont une intensité neuf fois plus grande qu'une seule lumière, la densité des particules lumineuses dans la direction considérée sera de 0,021.

III. — L'INCANDESCENCE DES OXYDES ET LES MANCHONS INCANDESCENTS.

Jusqu'à ces dernières années, on pensait que la plupart des oxydes suivaient, au point de vue de leur émission lumineuse, des lois particulières, indépendantes de l'incandescence proprement dite, et il n'est pas rare, aujourd'hui encore, d'entendre des physiciens, n'ayant pas suivi de très près les travaux récents dans cette direction, parler de phosphorescence, de fluorescence, plus généralement de luminescence, pour expliquer l'éclat lumineux apparemment anormal de certains oxydes.

Ce mot de *luminescence*, assez vague pour permettre de cacher l'imprécision de la pensée, est opposé ici à l'idée de l'incandescence régulière, soumise à la loi de Kirchhoff, c'est-à-dire, en réalité, au principe de Carnot limité à des phénomènes thermiques et des radiations. Tout rayonnement soumis à ce principe admet l'égalité du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant de la source, inférieur ou, au plus, égal à celui du corps noir; et, si une radiation quelconque, émanée d'une source donnée, possède une puissance plus grande que celle de la radiation émise par la même superficie du corps noir à la même température, on peut affirmer que la genèse de cette radiation est dans un phénomène différent de l'incandescence, phénomène modifiant la nature physique de la source, d'une manière brusque ou lente, mais tendant nécessairement vers une limite. Tel est le cas d'une oxydation, ou d'une variation dans l'état de combinaison. Que la lumière se produise à une température élevée ou basse, qu'elle soit phosphorescente à la manière ordinaire, après insolation, ou qu'une forte élévation de température soit nécessaire pour la provoquer, — phénomènes thermo-luminescents, — elle ira en diminuant en même temps que l'activité de la transformation qui lui donne naissance, et s'éteindra lorsque celle-ci sera complète. Si donc on peut invoquer les phénomènes de luminescence pour expliquer une brève surproduction de lumière dans la chauffe d'un oxyde fraîchement préparé et susceptible de subir encore une transformation, on sera contraint d'abandonner cette explication si un corps, porté à une température élevée, est susceptible de fournir indéfiniment la même lumière par simple élévation de la température, sans qu'intervienne aucune source étrangère d'énergie.

On devra donc, dès l'abord, abandonner toute explication de l'éclat remarquable des manchons incandescents fondée sur la luminescence, car il faudrait admettre en même temps la transformation assez rapide de ces oxydes, étant donnée la différence considérable entre l'éclat normal des

corps incandescents et l'éclat anormal des manchons, que l'on se propose d'expliquer par là.

Si rigoureux que paraisse ce raisonnement, la moindre expérience bien faite paraîtra plus convaincante; je dirai plus : avant que de bonnes expériences en eussent démontré la rigueur, on ne l'opposait qu'avec quelque timidité à la croyance générale à la luminescence des oxydes.

Parmi les travaux assez nombreux consacrés depuis quelques années à la question de l'incandescence des oxydes, je citerai en premier lieu une recherche de MM. Nichols et Snow sur l'oxyde de zinc¹; en comparant leurs conclusions à celles

nous verrons combien l'évolution des idées a été rapide sur cette importante question.

MM. Nichols et Snow ont étudié l'éclat d'une

mince couche d'oxyde de zinc, étendue sur une lame de platine, chauffée par le courant électrique, et dont la température était déduite de son allongement.

On comparait cet éclat à celui d'une lame nue, par l'intermédiaire d'une lampe à incandescence peu poussée, de manière à rester sensiblement constante.

Les auteurs reconnoissent d'abord que l'éclat de l'oxyde de zinc, chauffé à 1.000° environ, est extraordinaire au premier instant, puis baisse

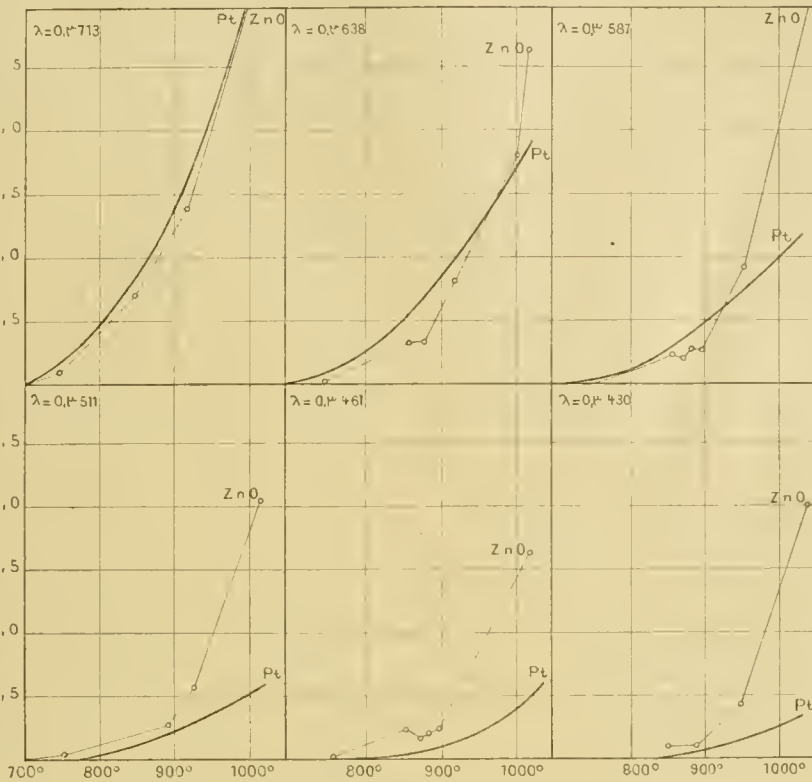


Fig. 4. — Eclats du platine et de l'oxyde de zinc, en fonction de la température, et pour diverses longueurs d'onde, d'après MM. Nichols et Snow. — La comparaison est faite avec une lampe à incandescence faiblement poussée.

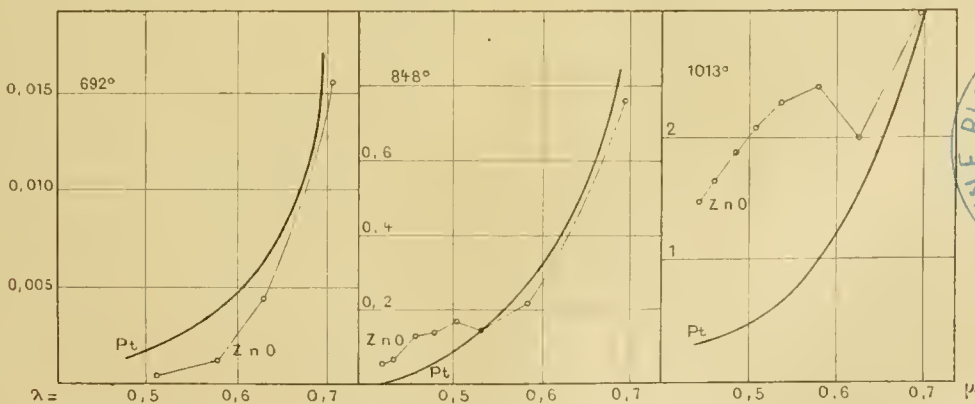
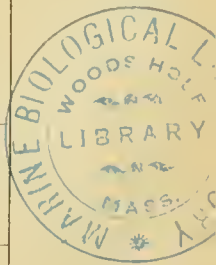


Fig. 5. — Eclats du platine et de l'oxyde de zinc en fonction de la longueur d'onde, et pour diverses températures, d'après MM. Nichols et Snow.



que l'on tira d'expériences très peu postérieures,

¹ E. L. NICHOLS ET B. W. SNOW : On the character of the light emitted by incandescent zinc oxide. *Phil. Mag.*, t. XXXIII, p. 19; 1892.

rapidement, pour tomber, au bout de dix minutes, au quart environ de sa valeur initiale, pour les courtes longueurs d'onde. Dans le jaune et le rouge, la variation est moins marquée, mais encore

notable. Nous nous trouvons donc ici en présence d'un véritable phénomène de phosphorescence à température élevée, caractérisé à la fois par sa faible durée et par l'éclat anormal du corps radiant. Mais, à partir du moment où ce phénomène de départ a pris fin, la nature de la radiation se modifie, et devient plus régulière, tout en conservant certaines anomalies, résumées dans les figures 4 et 5.

La première représente l'éclat du platine et celui de l'oxyde pour diverses longueurs d'onde, et à des températures croissantes portées en abscisses. Dans la seconde, au contraire, les longueurs d'onde sont prises comme abscisses décroissantes, et chaque courbe correspond à une température déterminée. Les premières courbes sont donc des isochromatiques, les secondes des isothermes.

On voit que l'isochromatique rouge de l'oxyde de zinc est presque confondue avec celle du platine; puis que, à mesure que l'on avance vers le violet, la prépondérance de la première sur la seconde va en croissant, notamment aux températures élevées, jusqu'à être plus que quintuple pour l'extrême violet à 4.000°.

L'isotherme de 692° pour l'oxyde de zinc, est entièrement au-dessous de celle du platine; à 848°, elle passe au-dessus à partir du jaune, et, à 1013°, elle lui est entièrement supérieure.

Dans les deux catégories de courbes, on remarque des irrégularités, les isochromatiques se relevant rapidement un peu au-dessous de 900°, tandis que les isothermes élevées remontent brusquement dans l'orangé, et pour toute la partie plus réfrangible.

Les auteurs concluent de leurs expériences que l'oxyde de zinc est fortement lumineux au-dessus de 880°. Le phénomène appartient, suivant leur opinion, « à la classe de ceux que Becquerel et les premiers chercheurs qui s'en sont occupés ont définis comme une phosphorescence par la chaleur ».

Dans les idées actuelles, nous donnerons, de leurs résultats, une interprétation un peu différente: nous dirons que l'oxyde de zinc subit, à 880°, une transformation thermique réversible, dont l'un des caractères est une forte augmentation du pouvoir émissif dans une partie du spectre, et qui pourrait sans doute être décelée aussi par l'étude de quelque autre de ses propriétés, tout comme le subit éclat que prend le quartz s'accompagne d'un énorme changement de sa viscosité.

Mais nous avons vu que l'émission totale du platine n'arrive qu'à 18 % de celle du corps noir à une température voisine de son point de fusion¹, et

qu'à 1000° elle n'est que de l'ordre de 10 %. Un corps peut donc posséder un pouvoir émissif très supérieur à celui du platine sans que son rayonnement fasse intervenir autre chose que l'incandescence proprement dite.

Les recherches de MM. Nichols et Snow nous montrent donc seulement que l'oxyde de zinc, tout en subissant une transformation, possède, plus encore que le platine, la propriété d'émettre un rayonnement d'autant plus abondant, relativement à celui du corps noir, que sa température est plus élevée. Cela est d'autant plus vrai que l'on considère des longueurs d'onde plus courtes.

En 1893, M. Violle publia, sur l'*incandescence des oxydes*², une note que sa brièveté lit passer presque inaperçue, mais qui, pour la première fois, plaça la question sur son vrai terrain. Rompant avec ses prédécesseurs, qui avaient opéré sur des surfaces librement exposées, il introduisit divers oxydes dans un four chauffé électriquement.

Voici la conclusion de son travail :

« J'ai opéré sur du charbon, de la chaux, de la magnésie, de la zirconite et de l'oxyde de chrome, et j'ai constaté que ces substances si différentes offrent, dans le four, exactement le même éclat, impressionnent également l'œil ou la plaque photographique. Ainsi, dans une enceinte fermée dont tous les points sont à la même température, tous ces corps sont en équilibre de rayonnement, suivant la loi de Kirchhoff. »

Peu de temps après, M. Ch. E. St. John soumit l'incandescence des terres rares à une étude très approfondie³. Il commença par examiner le manchon Auer au phosphoroscope à étincelles, à la température ordinaire et pendant l'incandescence normale, mais sans constater des phénomènes phosphorescents plus intenses que ceux que donne une feuille de papier. L'étude de la fluorescence donna aussi un résultat négatif.

L'excitation par les rayons cathodiques ne provoqua que de faibles lueurs. Enfin, la chauffe directe dans le brûleur Bunsen permit de tracer des courbes continues en fonction de la longueur

article (rayonnement total du platine poli en centièmes de celui du corps noir) doit être écrite en effet :

	au lieu de	3,92
3,92	—	6,00
6,00	—	7,45
7,45	—	11,41
11,41	—	15,27
15,27	—	17,97
17,97	—	»

chacun des nombres étant redescendu d'un rang.

¹ J. VIOLLE: Rayonnement de différents corps réfractaires, chauffés dans le four électrique. *C. R.*, t. CXVII, p. 33; 1893.

² Ch. E. ST. JOHN: Ueber die Vergleichung des Lichtemissionsvermögens der Körper bei hohen Temperaturen, und über den Auer'schen Brenner. *Wied. Ann.* t. LVI, p. 433; 1895.

³ La dernière colonne du tableau V de notre précédent

d'onde, courbes possédant des maxima peu accentués et correspondant en général à la position des raies dans les spectres de lignes des mêmes oxydes.

L'incandescence, provoquée d'abord par le procédé déjà employé par MM. Nichols et Snow, donna lieu à des expériences plus détaillées : l'oxyde à étudier était étendu au pinceau sur une lame de platine, de manière à former une tache limitée, permettant d'observer simultanément le rayonnement du platine nu. Le résultat fut, dans tous les cas, une diminution notable de la température du platine, due au rayonnement de l'oxyde, à tel point que, malgré la faible conductivité thermique de ce dernier, appliqué en couches assez épaisses, le dos de la lame montrait une tache sombre correspondant à l'endroit occupé par l'oxyde. Ces expériences, dans le détail desquelles il serait superflu d'entrer, engagèrent l'auteur à abandonner le procédé d'abord adopté, et qui ne permettait en aucune façon de déduire la température de l'oxyde de celle de son support.

Il eut recours alors au procédé de l'enceinte fermée isotherme, dans laquelle se trouvait contenue une lame de platine portant, comme précédemment, une tache d'oxyde. Le rayonnement, examiné photométriquement, à une température de 1.140° et pour des longueurs d'onde embrassant la totalité du spectre lumineux, fut trouvé le même à deux centièmes près environ, pour le platine, la magnésie, les oxydes de didyme, de zircon, de lanthane, d'erbium, de fer et de zinc. Le rayonnement de ces corps est donc, aux erreurs d'expérience près, purement incandescent.

Pour déterminer le pouvoir émissif vrai des oxydes, M. St. John eut alors recours à un ingénieux artifice. L'isothermie étant établie dans l'enceinte, et tous les points à l'intérieur étant confondus par l'égalité de leur éclat, il introduisait rapidement, par l'ouverture servant aux observations, un tube de porcelaine, chauffé seulement à une température inférieure au rouge sombre, et à l'extrémité duquel on voyait simultanément le platine et l'oxyde chauffés. Comme, à ce moment, ils ne recevaient plus aucun rayonnement lumineux du reste de l'enceinte, on pouvait observer leur propre rayonnement, à la température mesurée du fourneau. Les résultats de ces mesures sont indiqués dans le tableau 1, dans lequel les nombres sont rapportés au platine, dont la radiation est prise pour unité.

On voit que tous les oxydes étudiés rayonnent plus fortement que le platine, le rapport étant celui de 4 à 1 pour la zircon, dans la région verte du spectre.

La conclusion générale que l'on peut tirer du travail de M. St. John, est que la cause de l'éclat

des manchons incandescents réside surtout dans leur pouvoir émissif considérable dans le spectre visible; l'auteur y ajoute les raisons suivantes : le fait que, par construction, ces manchons possèdent une grande surface utile, et qu'ils sont disposés de façon à être en contact avec la partie la plus chaude de la flamme.

Nous pouvons y joindre une remarque sur laquelle nous reviendrons : c'est que, à l'exception du lanthane, les corps examinés par M. St. John ont, par rapport au platine, un pouvoir émissif qui va en croissant lorsqu'on avance dans le spectre. Or, comme, à la température dont il s'agit ici, le platine est encore rougeâtre, les oxydes seront nécessairement plus blancs. De plus, si l'on admet que l'extrapolation soit permise au delà des limites du spectre visible, vers les grandes longueurs d'onde, on pourra penser que la répartition de l'énergie rayonnée dans les diverses régions du

TABLEAU 1. — *Pouvoirs émissifs relatifs du platine et de quelques oxydes à 1.050°, d'après M. Ch. E. St. John.*

λ	PLATINE	MAGNÉSIE	ZIRCON	LANTHANE	ERBINE	OXYDE DE FER
0,613	1	2,68	2,84	2,23	2,50	2,44
0,768	1	2,99	3,15	2,15	2,55	2,65
0,915	1	3,81	4,03	2,27	3,35	3,04

spectre est plus avantageuse, au point de vue de l'éclairage, dans les oxydes que dans le platine, en d'autres termes, qu'ils auront un meilleur rendement lumineux.

Une théorie nouvelle des manchons a été proposée, il y a peu d'années, par M. Bunte, dans un travail contenant d'ingénieux aperçus, de très judicieuses remarques, mais sur les conclusions duquel nous aurons quelques réserves à formuler¹. Son point de départ est une expérience identique en principe à celles de M. Violle et de M. St. John. Les oxydes étant chauffés au centre d'un long tube de charbon porté à une température élevée par le courant électrique, M. Bunte trouva que leur éclat était toujours sensiblement le même à la même température, et en conclut à l'égalité de leurs pouvoirs émissifs. En réalité, il observait dans une enceinte à peu près fermée, et son expérience ne fournit aucun document sur l'émission propre des oxydes. La suite de son raisonnement n'en est, d'ailleurs, nullement affectée, car la seule conclusion qu'il utilise est l'absence de phosphorescence ou de pouvoir émissif anormal, ce qui le conduit à cher-

¹ H. BUNTE : Les progrès récents de l'éclairage par les flammes. *Revue générale des Sciences*, t. IX, p. 456; 1898.

cher, dans la température très élevée que peuvent prendre les manchons, la raison de leur éclat. Or, M. Bunte juge nécessaire de rechercher la cause d'une température qu'il considère comme anormale dans le brûleur, et appuie son raisonnement sur les faits suivants : Le manchon se compose d'un mélange de thorium et de cérium contenant 1 à 2 centièmes de ce dernier corps; un manchon au thorium, alimenté par un bec brûlant 100 litres à l'heure, donne 2 bougies, tandis qu'un manchon au cérium en fournit 7 ou 8; en revanche, le manchon Auer arrive à 60 et même à 80 bougies. Le mélange des deux oxydes est donc nécessaire pour produire la température élevée à laquelle le grand éclat du manchon est attribuable.

Supposons donc, comme M. Killing l'a indiqué, que le cérium exerce une action catalytique sur la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène, ou, plus généralement, sur la combustion. Sur chaque granule de cérium, la combustion sera activée, et, en ce point précis, la température sera fortement exagérée. Cependant, pour que l'action catalytique puisse produire une importante élévation de la température, il est nécessaire que les grains actifs soient très disséminés, et pour ainsi dire isolés au point de vue thermique. Or, M. Bunte attribue au thorium, formant le support du cérium, ce rôle d'isolant, puisque, par la calcination de son nitrate, il constitue une masse boursoufflée et filamenteuse dans un extraordinaire état de division.

« On sera tenté, dit M. Bunte, d'objecter tout d'abord à cette explication que la masse de l'oxyde de cérium, formant environ 1 % du poids du manchon, est bien faible. Mais il est aisé de voir que le fait n'est pas du tout improbable, si on le compare à ce qui se passe dans les flammes de gaz ordinaires.

« D'après Davy, l'éclat des flammes de gaz est dû aux particules de charbon, qui, produites par la décomposition du gaz, se trouvent portées à l'incandescence. Admettons que la totalité de charbon renfermé dans la benzine, la moitié de celui renfermé dans l'éthylène, qui constituent les portions éclairantes de gaz, soient mises en liberté. Un litre de gaz de bonne qualité fournira alors 5 milligrammes de charbon environ. Le volume d'une flamme brûlant 150 litres à l'heure et donnant un éclairage de vingt bougies, est d'environ 2 centimètres cubes; elle renferme donc quelque chose comme 0 mg. 1 de charbon, et cette quantité minime, portée au blanc, suffit à produire l'éclairage.

« Or, la quantité d'oxyde de cérium dans le manchon Auer est d'environ 4 milligrammes, soit quarante fois plus grande que la quantité de charbon à l'état libre dans une flamme du bec papillon... »

La masse de charbon dans la flamme est même

moindre que le suppose M. Bunte, qui ne tient pas compte de la dilatation considérable due à la température, quintuplant environ le volume du gaz dans la flamme.

Cette théorie est fort ingénieuse, et extrêmement séduisante; mais on peut se demander si elle est nécessaire. Nous savons que la température vraie de la flamme du brûleur Bunsen est beaucoup plus élevée que ne semblent l'indiquer les expériences directes. Or la flamme, entourée par le manchon, qui la protège de l'afflux latéral de l'air, est probablement plus chaude encore. Le rayonnement de chaque brin, au lieu de se faire, comme dans le cas d'une mesure par un til, dans toutes les directions de l'espace, ne se produit que sur une demi-sphère, les autres directions étant protégées par le reste du manchon; enfin, d'après ce que nous avons vu au sujet des expériences de M. St. John, fait qui deviendra encore plus probable dans celles de M. Le Chatelier, on peut admettre que le rayonnement dans l'infra-rouge est relativement faible, et, par là même, le refroidissement par des radiations inutiles beaucoup moins important que pour le platine. Pour ces diverses raisons, il paraît certain que le manchon, sans exercer aucune action catalytique sur la combustion, doit prendre une température beaucoup plus élevée qu'un fil de platine exposé à la flamme; et, comme nous avons trouvé un écart possible de plusieurs centaines de degrés entre la température maxima des gaz et celle que l'on mesure, on devra admettre, en partageant la différence, que le manchon peut arriver, dans une flamme qui n'est nullement activée, à la température de 2.000° environ que lui attribuent MM. Lummer et Pringsheim, suivant la répartition de l'énergie dans son spectre.

Il se peut, d'ailleurs, que cette température, déduite des courbes d'énergie, soit encore un peu exagérée; MM. Lummer et Pringsheim considèrent, en effet, le corps noir et le platine comme deux extrêmes, comprenant entre eux le manchon Auer, au point de vue de la répartition de l'énergie et de la position du maximum. Mais, nous avons vu que les oxydes s'écartent du corps noir plus encore que le platine, d'où l'on conclut que leur maximum est encore plus déplacé vers les plus longues longueurs d'onde. Cette remarque rend encore moins nécessaire l'action invoquée par M. Bunte. Les travaux dont je vais donner un court résumé la rendent absolument inutile.

MM. Le Chatelier et Boudouard, dans un travail dont nous ne possédons malheureusement qu'une relation sommaire¹, ont serré de beaucoup plus

¹ H. LE CHATELIER ET O. BOUDOUARD : Sur la radiation des manchons à incandescence. *C. R.*, t. CXXXVI, p. 1861; 1898.

près la théorie des manchons, en l'enfermant entre quelques expériences judicieusement choisies et habilement conduites.

Exposant d'abord un couple aplati sous forme d'un petit disque au même point de la flamme d'un brûleur, soit nu, soit recouvert d'un oxyde, ils trouvèrent à la fois les températures et les éclats donnés ci-après (Tableau II) et rapportés aux radiations semblables dans l'étalon Violle.

La température étant d'autant plus basse que la déperdition par rayonnement est plus grande, on en conclut que le pouvoir émissif du manchon Auer pour l'ensemble du spectre est exceptionnellement faible. Comme, de plus, la proportion de son rayonnement à celui de l'étalon Violle, dont la température est de 1775°, va en croissant vers le bleu, contrairement à ce qui devrait se passer si son pouvoir émissif suivait une allure semblable à

TABLEAU II. — *Températures et éclats de divers corps dans la même flamme, en fonction de l'étalon Violle, d'après MM. Le Chatelier et Boudouard.*

CORPS	TEMPÉRA-TURE	ROUGE	VERT	BLEU
Platine	1 290°	0,085	0,040	0,014
Oxyde de fer.	1 080°	0,015	0,005	0,001
Manchon Auer.	1 380°	0,070	0,125	0,125
Oxyde de thorium	1 290°	0,014	0,014	0,003
Oxyde de cérium.	1 110°	0,019	0,007	0,0015
Oxyde d'urane.	1 070°	0,003	0,002	0,0005
Oxyde de lanthane	1 250°	0,040	0,031	0,018

celui du platine, on est obligé d'admettre que, pour ce mélange d'oxydes, il croit très rapidement vers les courtes longueurs d'onde. La comparaison avec les chiffres trouvés pour les oxydes purs montre qu'aucun d'eux ne possède cette propriété d'une façon aussi marquée, et qu'à ce point de vue le manchon est doué des qualités optima parmi les corps examinés. Extrapolant, comme nous l'avons fait précédemment, nous admettrons que, dans l'infra-rouge, le pouvoir émissif va en baissant de plus en plus, et retrouve peut-être, mais seulement à une grande distance, une nouvelle région de grand pouvoir émissif.

Pour expliquer cette particularité d'un mélange dont les propriétés ne sont pas additives, MM. Le Chatelier et Boudouard ont comparé l'éclat d'une poudre porphyrisée, ayant exactement la composition du manchon, à celui d'une masse obtenue, suivant le procédé indiqué par Auer, en calcinant le mélange des nitrates. Résultat : la poudre, bien qu'intimement mélangée, possédait les propriétés de la tharine, tandis que la solution solide obtenue par voie humide et calcination avait toutes les propriétés du manchon.

Il faut donc admettre que la petite quantité de

cérium ajoutée au thorium, à l'état de dissolution réciproque, change complètement sa coloration aux températures élevées, comme de petites additions de nickel, de manganèse, de chrome, transforment du tout au tout la couleur des verres dans lesquels ils se trouvent à l'état de dissolution solide.

MM. Le Chatelier et Boudouard vont plus loin : comparant l'éclat de la région la plus lumineuse d'un manchon en service à celui d'une petite quantité de matière semblable amenée à diverses températures sur un couple, ils établissent les deux séries de résultats ci-dessous (Tableau III), l'étalon Violle servant toujours de terme de comparaison.

Leur conclusion est que la température du manchon, résultant de la comparaison de ces chiffres, varie de 1590° à 1710°, suivant la radiation utilisée.

Notre raisonnement sera un peu différent : On voit que, même à 1700°, température à laquelle le

TABLEAU III. — *Éclats du bec Auer et de la même substance à diverses températures, rapportés à l'étalon Violle, d'après MM. Le Chatelier et Boudouard.*

	ROUGE	VERT	BLEU
Bec Auer	0,23	0,42	0,41
1 100°.	0,0023	0,0017	0,0013
1 300°.	0,019	0,031	0,02
1 500°.	0,14	0,28	0,17
1 700°.	0,35	0,58	0,40

bleu possède le même éclat dans les deux cas, le rouge est plus intense dans la substance d'épreuve que dans le manchon; il est probable que la superficie considérée était mieux remplie sur le couple que dans le manchon, qui consiste en des filaments séparés. On peut en conclure, avec beaucoup de vraisemblance, que l'éprouvette n'a pas réellement atteint la température du manchon, qui pouvait être sensiblement supérieure à 1700°. Notons encore que MM. Le Chatelier et Boudouard ont chauffé un manchon hors de la flamme, par simple contact avec les gaz chauds, sans trouver de différence d'éclat pour la même température mesurée.

IV. — CONCLUSIONS.

Le magistral exposé des lois générales du rayonnement, dû à Kirchhoff, leur spécialisation théorique par M. Boltzmann, M. Wien, MM. Lummer et Pringsheim, M. Planck, enfin leur vérification expérimentale dans le cas du corps noir, nous ont donné, après bien des efforts, une base solide sur laquelle une connaissance plus complète des radiations pourra désormais être édifiée. Les propriétés de quelques corps ont été examinées à ce point de vue, et les faits mis au jour par l'expérience, et qu'aucune théorie ne permet jusqu'ici de

relier complètement, et encore moins de prévoir, nous ont montré que, dans certains cas, une simplicité analogue à celle que l'on rencontre dans l'étude du corps noir, conduit à des relations empiriques différant seulement par la valeur des coefficients numériques, de celles qui régissent le cas théorique le plus simple. Mais la règle semble être la complexité. Parmi les corps que l'importance d'un problème industriel a conduit à examiner de plus près, il n'en est pas un qui ne s'écarte sensiblement d'une loi simple, pas un qui ne présente ce que l'on considèrerait, il y a peu de temps encore, comme une singulière anomalie.

Nous savons parfaitement aujourd'hui qu'aucune irrégularité du rayonnement n'est en opposition avec les lois de Kirchhoff, c'est-à-dire avec le principe de Carnot, appliqué à des phénomènes uniquement thermiques, à la seule condition que, pour aucune radiation émanée d'un corps ne subissant pas de transformation chimique, le pouvoir émissif ne soit supérieur à celui du corps noir.

Mais il n'existe aucune relation apparente entre les pouvoirs émissifs en divers endroits du spectre, sauf, cependant, autant que l'on en peut juger, une certaine relation de continuité entre les coefficients relatifs à des points contigus du spectre. Sous cette seule restriction, le pouvoir émissif en une région quelconque peut s'abaisser sinon jusqu'à zéro, du moins jusqu'à des quantités si faibles qu'un corps, en couche peu épaisse, n'émettra, en ces points, aucune énergie mesurable. Tel est le cas pour des corps dits transparents, comme le quartz, dans tout le spectre visible, et jusqu'à des températures très élevées.

Certains corps, transparents dans le spectre visible, le sont dans une grande étendue en dehors de cette région restreinte; mais aussi, des corps à pouvoir émissif visible élevé peuvent être très transparents dans l'infra-rouge, et comme, aux températures qu'il est possible d'atteindre par les moyens ordinaires de l'industrie, le maximum de la puissance rayonnante se trouve dans cette partie du spectre, l'énergie totale émanée de ces corps subira un gros déficit. Si, de plus, leur pouvoir émissif va en croissant progressivement vers les courtes longueurs d'onde, de tels corps pourront, à une température donnée, avantager les radiations bleues au détriment des rouges, et posséder une coloration blanche ou même bleuâtre, à des températures où le corps de rayonnement maximum aurait une teinte encore nettement rouge.

Ce dernier aura, il est vrai, un éclat supérieur à celui de la substance à laquelle nous attribuons ces propriétés particulières; mais il pourra rayonner incomparablement plus dans les régions de plus grande longueur d'onde.

Sans doute, l'éclat des manchons conduit à supposer leur température exceptionnellement élevée. Mais nous avons vu, d'une part, que les températures ordinairement attribuées aux flammes sont beaucoup trop basses; d'autre part, que la température qu'indiquent pour les manchons les expériences de MM. Lummer et Kurlbaum sont très probablement erronées par excès, par le fait que, si l'on part des propriétés du corps noir pour s'avancer vers celles des manchons, on rencontre certainement celles du platine, que les auteurs avaient considéré comme un cas extrême, permettant de calculer avec sécurité une valeur inférieure de la température des manchons, celle de la limite supérieure étant donnée par la comparaison avec le corps noir. En revanche, les températures indiquées par MM. Le Chatelier et Boudouard sont, sans doute, sous-évaluées. Mais, entre les limites qui paraissent aujourd'hui le plus vraisemblables, on se trouve encore dans les températures des parties chaudes des flammes, brûlant dans de bonnes conditions, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une cause spéciale de surélévation.

Le dernier facteur essentiel de la grande intensité des manchons incandescents, comparée à celle de flammes carburées de même superficie apparente, réside dans la densité superficielle beaucoup plus grande de la matière participant au rayonnement. Cependant, cette densité est encore assez faible pour que la circulation du gaz autour des filaments soit facile; elle est certainement inférieure à 1/4 pour la totalité des deux côtés du manchon, et ce n'est que tout près du bord que l'opacité est à peu près complète.

Aucune étude complète de la répartition de la puissance rayonnée par les oxydes isolés ou les manchons n'a encore été faite pour une région du spectre s'étendant au loin dans l'infra-rouge; et, d'ailleurs, sur le rayonnement des corps, à l'exception d'une demi-douzaine au plus, notre ignorance est à peu près complète. Les substances utilisées par M. Auer von Welsbach présentent cet intérêt particulier de posséder, dans leur spectre d'émission, des lacunes étendues dans une région facile à explorer; elles donneraient, avec relativement peu de peine, des résultats très éloignés de ceux qu'a fournis jusqu'ici l'étude des corps à rayonnement à peu près régulier.

Sa brillante découverte, après avoir, par son étrangeté, dérouté pour quelque temps les physiciens, leur a donné une précieuse pierre de touche pour éprouver des théories d'une immense importance, qu'elle a d'abord semblé ébranler, puis définitivement raffermies.

LES RECHERCHES RÉCENTES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE

DU FŒTUS HUMAIN ET DE L'ENFANT NOUVEAU-NÉ

Au milieu des travaux, toujours plus nombreux, qui ont pour but d'éclaircir par la Chimie les problèmes de la Biologie générale ou de la Physiologie humaine, on est surpris de constater le peu de place qu'occupent les Mémoires consacrés, jusqu'à ces derniers temps, à la composition chimique globale de l'homme ou des animaux.

Cependant, c'est bien une question primordiale que la connaissance des éléments qui constituent l'économie considérée dans son ensemble, et, quand il s'agit de faire des recherches sur les échanges nutritifs, il semble que la solution de ce problème fondamental s'impose tout d'abord comme une nécessité. Les notions acquises sur la statique chimique de l'économie servent de guide pour les travaux ultérieurs; ce n'est pas sans inconvénient que la plupart des auteurs ont cru pouvoir s'en passer.

Il ne s'agit pas seulement de fixer, par un essai qualitatif, la liste des éléments, des acides et des bases constituant le squelette chimique des animaux supérieurs, l'homme compris; ce sont là des notions fort anciennes dans la science. Ce qui importe, c'est de les rajourner en les précisant par des données quantitatives, en étendant à tout l'organisme une enquête aussi minutieuse que possible, nécessaire pour établir, à un moment déterminé, le bilan d'un organisme vivant.

Si, jusqu'à présent, les tentatives faites dans cette voie ont été peu nombreuses, c'est que le sujet comporte de très grandes difficultés. L'analyse immédiate du corps d'un animal de petite taille est déjà malaisée; dans l'espèce humaine, chez l'adulte, actuellement du moins, les difficultés sont presque insurmontables; elles sont moindres, bien que très réelles encore, s'il s'agit d'un cadavre de fœtus ou de nouveau-né. C'est par là que le problème a été abordé dans ces derniers temps; l'enquête a fait un premier pas; elle permettra plus tard de fixer avec précision la composition de ce *segment anthropométrique* dont Bouchard¹ a introduit la notion dans la science, et montré l'importance dans l'étude scientifique des troubles de la nutrition.

1

Ce n'est pas d'aujourd'hui, d'ailleurs, que l'intérêt de ces problèmes s'est imposé aux biologistes.

Déjà, en 1858, von Bezold¹ publiait une analyse des cendres d'un fœtus de cinq mois; en 1863, Bischoff², en 1877, Fehling³, déterminent, de façon très sommaire les proportions respectives d'eau et de matériaux fixes de l'organisme fœtal.

La question, reprise dans une communication de Giacosa⁴ au Congrès de Rome, en 1894, est devenue actuelle de par les travaux de Lange⁵, Michel⁶, Camerer junior et Sældner⁷ et enfin les divers Mémoires publiés par Hugounenq⁸.

L'analyse complète (matières organiques et inorganiques) du corps du nouveau-né soulève, nous l'avons dit, des difficultés sans nombre et, même avec les derniers progrès de la technique, on ne peut pas regarder comme rigoureux les résultats acquis au prix des plus grands efforts. Voici cependant trois analyses de nouveau-nés de poids presque identiques, oscillant autour de 2,685 grammes. Nous ne donnerons que la moyenne de ces analyses, dues à Camerer junior et à Sældner :

Poids du fœtus	2,685 grammes.
Eau	1,912 —
Résidu fixe	773 —
Matières albuminoïdes	308 —
— extractives	43 —
— grasses	357 —
Cendres	63 —

Le cadavre d'un de ces nouveau-nés, pesant 2,616 grammes, renfermait 43^{gr},2 de carbone, 64^{gr},1 d'hydrogène, 46^{gr},8 d'azote, soit en centièmes :

C.	16,59 °.
H.	2,45
Az	1,78

On doit à Michel des déterminations d'azote dans l'organisme du fœtus et du nouveau-né : ses résultats (Tableau I) sont antérieurs à ceux de Camerer et de Sældner, et d'accord avec eux. Ils font bien ressortir l'augmentation considérable d'azote

¹ VON BEZOLD : *Zeitsch. f. wis. Zoolog.*, t. IX, 1858, p. 246.

² BISCHOFF : *Zeitsch. f. ration. Medicin*, t. XX, 1863, p. 75.

³ FEHLING : *Archiv. f. Gynækol.*, t. XX, 1877, p. 323.

⁴ GIACOSA : *Giornale d. R. Acc. di Med. di Torino*, avril-mai 1894, p. 364 et *Arch. ital. de Biol.*, t. XXII, 1895, p. 252.

⁵ DE LANGE : *Vergelijkende asch. analyse*, Dissertation, Amsterdam et *Maly's Jahresbericht*, t. XXVII, 1898, p. 260.

⁶ MICHEL : *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 27 mai 1899, p. 422.

⁷ CAMERER JUNIOR : *Zeitsch. f. Biologie*, t. XXXIX.

⁸ HUGOUNENQ : *Compt. rend. Soc. Biologie*, 1899, p. 337 et 523; *Journal de Physiol. et de Pathol. générale*, 1899, n° 4 et 1900, nos 1 et 4; *Comptes rendus de l'Ac. des Sciences*, 2 avril et 21 mai 1900; *Annales de Chimie et de Physique*, 7^e série, t. XXII, mars 1901.

¹ CH. BOUCHARD : *Traité de Pathol. gén.*, t. III, p. 185 et suiv.

et, par conséquent, de matières albuminoïdes fabriquées par le fœtus durant les deux derniers mois de la grossesse : cette constatation s'imposera de nouveau pour les sels minéraux les plus

TABLEAU I. — Poids et proportions d'azote dans le fœtus à différents âges d'après Michel.

AGE DU FOETUS	POIDS TOTAL	RÉSIDU FIXE	AZOTE
2 mois 1/2 . . .	1780	4 ^r 4	0 ^r 122
3 — 4 j.	125,8	42,64	1,384
5 —	445,0	54,26	5,881
6 —	448,0	59,44	6,228
6 —	672,0	100,62	11,048
7 —	1024,0	156,30	16,005
A terme	3335,0	1028,35	72,700

importants : la chaux, l'acide phosphorique, le fer, etc. C'est, en somme, pendant les deux derniers mois de la gestation que l'organisme fœtal fixe, élabore et constitue les deux tiers de sa masse totale, qu'il s'agisse des matières organiques, des phosphates, des sels alcalins ou terreux. Il n'est pas besoin de souligner l'importance de ce fait.

L'effort des expérimentateurs a porté principalement sur la composition chimique des cendres. L'accord est à peu près complet sur tous les points, sauf sur le fer. Le dosage d'une petite quantité de fer, répartie sur une masse considérable de cendres phosphatées, calcaires et magnésiennes, rencontre des difficultés dont ceux-là seuls ont une idée qui ont eu à les surmonter. Les méthodes classiques

beaucoup les notions acquises à ce jour sur la statistique minérale du fœtus et du nouveau-né.

On trouvera ci-dessous (Tableau II) les résultats des analyses rapportées à 100 gr. de cendres : il s'agit de sept sujets d'âges divers étudiés par Hugounenq¹.

Si l'on rapporte les résultats de l'analyse non plus à 100 gr. de cendres, mais à 1 kilogr. de poids vivant, on trouve les résultats suivants.

N ^o 1	27 ^r 14
— 2	26,38
— 3	23,10
— 4	25,92
— 5	25,82
— 6	35,36
— 7	31,37

Enfin, dans le tableau III, on trouvera la proportion de chacun des éléments minéraux pour l'organisme total des fœtus incinérés.

Les analyses de Camerer et de Sældner n'ont fait que confirmer les données qui précèdent. De ces résultats concordants découlent quelques constatations importantes.

II

Dans l'ensemble, la fixation des sels minéraux est beaucoup plus intense pendant les trois derniers mois de la grossesse et nous retrouvons ici ce que les recherches de Michel et des auteurs allemands avaient montré pour les graisses et les matières protéiques.

Toutefois, la fixation des sels minéraux a lieu

TABLEAU II. — Analyse des cendres de fœtus de divers âges L. Hugounenq.

Numéros d'ordre Sexe Période de la grossesse Poids du fœtus Poids des cendres	1	2	3	4	5	6	7
	F 4-4 m. 1/2 0k,522 14gr,0020	F 4 1/2-5 m. 0k,570 14gr,7154	F 5-5 m. 1/2 0k,800 18gr,3752	F 6 m. 1k,165 30gr,7705	F 6 m. 1/2 1k,285 22gr,9786	M A terme 2k,720 96gr,7556	M A terme 3k,300 106gr,1630
CO ²	"	1,50 %	0,96 %	0,90 %	0,32 %	1,89 %	1,16 %
Cl	8,99	9,91	8,59	7,75	8,53	4,26	4,54
P ² O ⁵	34,74	32,33	34,36	34,94	33,39	35,36	36,26
SO ³	1,46	1,27	1,80	1,78	1,46	1,53	1,23
CaO	32,60	38,21	32,50	34,64	34,43	40,55	40,68
MgO	1,74	"	1,58	"	1,17	1,51	"
K ² O	9,12	4,21	8,28	7,21	8,45	6,20	7,56
Na ² O	12,23	13,75	12,62	10,62	10,95	8,12	5,96
Fe ² O ³	0,43	0,33	0,40	0,38	0,38	0,39	0,40

conduisent à des résultats complètement faux ; les déterminations de von Bezold et de Giacosa, par exemple, sont quatre et cinq fois supérieures à la teneur réelle des cendres en fer. Hugounenq a fait la critique de ces résultats, et fixé la technique de ces dosages, qu'il a toujours effectués par voie pondérale. Les proportions respectives de sodium et de potassium, incertaines jusqu'en ces derniers temps, ont été précisées et, dans l'ensemble, il n'est pas probable que les recherches ultérieures modifient

électivement : si toutes les substances augmentent au cours du développement, l'accroissement est surtout marqué pour la chaux et l'acide phosphorique. Il n'y a pas fixation parallèle de l'acide et de la base dans les proportions exigées par la formule (PO⁴)²⁻Ca²⁺ ; l'organisme ne fixe pas directement le phosphate de chaux tout formé ; il paraît d'abord assimiler du phosphore organique, sans

¹ HUGOUNENQ : *Journ. de Phys. et de Path. gén.*, 1900, p. 509.

doute sous forme de nucléine et de lécithine. Il emprunte à ces composés de l'acide phosphorique, qu'ultérieurement, vers la fin de la grossesse et surtout après la naissance, il neutralisera par de la chaux, peut-être assimilée, elle aussi, à l'état de substance organique. L'analyse des cendres du fœtus aux divers stades de son développement permet de saisir sur le fait, pour ainsi dire, les procédés chimiques de calcification du tissu osseux et d'écarter les anciennes notions par trop simplistes qui ont égaré longtemps la physiologie pathologique et la thérapeutique du rachitisme.

Si l'on suppose toute la chaux à l'état de phosphate tricalcique, il reste, pendant tout le cours de la grossesse, un excédent d'acide phosphorique non saturé par la chaux et probablement à l'état organique. Cet excédent est, pour les 7 sujets analysés, respectivement de : 0 gr. 71; 0,01; 1,27; 1,74; 2,13;

puis, à la fin, des sels potassiques de préférence.

La prédominance de la soude tient à l'abondance relative du tissu cartilagineux chez le fœtus, le cartilage étant très riche en chlorure de sodium. Bunge qui, le premier, a établi cette particularité, l'a rattachée à un phénomène atavique. Le cartilage, en effet, ayant apparu tout d'abord chez des animaux marins et s'étant, par conséquent, formé dans l'eau de mer, est resté riche en chlorure de sodium. L'ontogenèse est bien d'accord ici avec la phylogenèse : c'est surtout au début et dans la période moyenne de la grossesse que le fœtus assimile du sel pour édifier ses cartilages.

Au contraire, la potasse, prédominant dans le globule rouge et le muscle strié, augmente vers la fin de la vie intra-utérine. Sa proportion est en rapport avec le degré de développement, et aussi, en quelque mesure, avec la vigueur du sujet.

TABLEAU III. — Proportions des éléments minéraux dans l'organisme total des fœtus.

Numéros d'ordre	1	2	3	4	5	6	7
Sexe	F	F	F	F	F	M	M
Période de la grossesse	4-4 m. 1/2	4 1/2-5 m.	5 5 m. 1/2	6 m.	6 m. 1/2	A terme	A terme
Poids du fœtus	0k,522	0k,570	0k,800	1k,165	1k,285	2k,720	3k,300
Poids des cendres	13gr,0020	14gr,7154	18gr,3752	3 gr,7305	32gr,9786	96gr,7556	107gr,1630
CO ²	"	0,23	0,17	0,28	0,10	1,83	1,23
Cl	1,24	1,31	1,57	2,37	2,80	4,10	4,82
P ² O ³	4,86	4,93	6,29	10,74	11,60	34,03	38,49
SO ³	0,20	0,19	0,33	0,55	0,47	1,44	1,30
CaO	1,36	5,83	5,95	10,66	11,21	39,08	43,18
MgO	0,24	"	0,29	"	0,49	1,47	"
K ² O	1,27	0,48	1,51	2,21	2,77	5,98	8,03
Na ² O	1,71	2,09	2,31	3,26	3,60	7,83	6,33
Fe ² O ³	0,061	0,061	0,073	0,119	0,126	0,383	0,421

1,03; 2 gr. 01. Le 2^e sujet, qui donne un excédent de 0 gr. 01 seulement, était dans un état de profonde déchéance de cause inconnue.

La teneur des cendres en potasse et en soude fournit également quelques comparaisons intéressantes : c'est d'abord la prédominance de la soude, dont la proportion continue à s'élever au cours du développement de l'embryon, mais moins rapidement que la teneur en potasse (Hugounenq, *ibid.*) :

La détermination précise du fer est d'une importance toute particulière, parce qu'elle permet de résoudre certains problèmes intéressants. Nous avons déjà vu que les données anciennes ne méritaient aucune créance, à cause des procédés de dosage défectueux. En appliquant une méthode plus rigoureuse, j'ai trouvé pour l'organisme total¹ :

AGE DU FOETUS	POUR UNE MOLÉCULE DE POTASSE, K ² O
4 mois à 4 m. 1/2	2,2 moléc. de soude, Na ² O
5 mois à 5 m. 1/2	2,3 —
6 mois	2,2 —
6 m. 1/2	2,0 —
A terme	1,2 —

AGE DU FOETUS	Fe ² O ³
4 mois à 4 m. 1/2	0,060
4 m. 1/2 à 5 mois	0,061
5 mois à 5 m. 1/2	0,073
6 mois	0,119
6 m. 1/2	0,126
A terme	0,383
A terme	0,421

Vers le milieu de la gestation, on trouve plus de 2 molécules de soude pour 1 de potasse ; à la fin, la proportion devient : 1,2 molécule de soude pour 1 de potasse, rapport presque équimoléculaire. Comme les variations du chlore sont à peu près parallèles à celles de la soude, on peut en conclure que l'organisme assimile d'abord des sels de soude,

ici encore apparaît l'intensité de l'assimilation pendant les trois derniers mois : néanmoins, comme la même loi régit la fixation des autres éléments minéraux, le rapport du fer à l'ensemble des cendres reste à peu près constant pendant la gestation.

La quantité de fer contenue dans l'organisme global du nouveau-né est de 0 gr. 383 à 0 gr. 421,

en moyenne 0 gr. 40 Fe^2O^3 , ce qui correspond à 0 gr. 28 de fer métallique. La quantité de fer de l'économie est plus faible qu'on ne le croyait autrefois; la soustraction de fer subie par l'organisme maternel au bénéfice de l'embryon ne dépasse guère 0 gr. 30 de métal et répond, par conséquent, à un peu moins de 100 gr. d'hémoglobine humaine, soit, étant donnée la richesse en hémoglobine du sang chez la femme, à 800 gr. environ de sang maternel.

Comment ce fer est-il réparti? Combien fait partie intégrante du sang, combien des autres tissus? Existe-t-il, indépendamment de ces deux sources de fer, une réserve destinée à subvenir aux besoins de l'enfant durant l'allaitement, et à compenser la pauvreté extrême du lait en fer?

Bunge a beaucoup insisté sur cette réserve de fer accumulée par les jeunes animaux, réserve qui se traduit par une teneur relative en fer très élevée à la naissance, mais rapidement décroissante, par suite du développement actif des tissus.

Il est très malaisé de répondre à ces questions pour le fœtus humain et de confirmer ou d'infirmer sur ce point, d'une façon absolument précise, les assertions du physiologiste bâlois.

Nous ne possédons aucun moyen d'évaluation exacte de la quantité de sang contenue dans un organisme; les chiffres, à cet égard, varient suivant la méthode employée, et ne méritent pas beaucoup de créance. C'est donc sous toutes réserves que nous présenterons les considérations qui suivent.

En admettant les données les plus récentes relatives à l'homme adulte, le sang fournit 0 gr. 80 à 0 gr. 85 Fe^2O^3 par litre; d'autre part, la quantité de sang est de 1/12 environ du poids du corps, ce qui, pour le fœtus à terme n° 8, donnerait 275 grammes de sang, soit, en calculant sur une teneur de 0 gr. 9 Fe^2O^3 par litre, 0 gr. 247 pour la totalité du Fe^2O^3 d'origine hématique.

Ceci ferait supposer qu'à la naissance 50 à 60 % du fer total sont à l'état d'hémoglobine; le reste entre dans la composition des tissus (muscles, os, etc.). Mais, comme ces divers tissus ou liquides contiennent beaucoup moins de fer que le sang, il s'ensuivrait que la majeure partie du fer non hématique serait, non pas à l'état d'élément constitutif des tissus, mais sous forme de réserve déposée dans tel ou tel organe (foie, rate) et destinée à parer, chez le nourrisson, à l'insuffisance du fer alimentaire.

Les résultats précédents semblent donc nous autoriser à étendre à l'espèce humaine, ce qui jusqu'à présent n'avait pas été fait, la théorie séduisante de Bunge. Mais il ne faut pas se dissimuler que les calculs ci-dessus reposent sur deux hypothèses non encore vérifiées avec une exactitude suffisante: rapport de la quantité de sang au poids

total et, en second lieu, constance de la teneur en fer pendant toutes les périodes de la vie. Or cette dernière supposition va à l'encontre d'une donnée qui a cours (je n'en ai pas vérifié le bien fondé), et suivant laquelle le sang du nouveau-né contiendrait beaucoup plus d'hémoglobine et, partant, de fer que celui de l'adulte. D'après Leichtenstein, la richesse en fer serait, chez l'enfant, le double de ce qu'elle est chez l'adulte. Si cette dernière assertion, qui paraît excessive, était exacte, il est certain que les calculs ci-dessus seraient sans objet: la réserve de fer serait inadmissible.

Je pencherais plutôt pour admettre, sans cependant considérer le fait comme absolument démontré, que cette réserve existe bien chez le nouveau-né, et qu'à l'instar des jeunes Mammifères l'enfant apporte en naissant une provision de fer nécessaire pour subvenir à l'édification de ses tissus, et pour parer à l'insuffisance du fer dans le lait maternel.

III

Si maintenant nous envisageons l'ensemble de la statique minérale du fœtus pendant les six derniers mois de la vie embryonnaire, nous sommes amenés à constater d'abord que, si l'on fait abstraction des bases alcalines, de l'acide phosphorique et de la chaux, dont les variations sont dues à la genèse des globules rouges et à la formation du tissu osseux, on observe que la composition centésimale des cendres varie peu. Vers la fin, le poids total de ces cendres augmente beaucoup; mais, sauf les particularités signalées plus haut, les rapports des éléments entre eux ne subissent pas de grandes modifications.

Quant à l'alimentation minérale, la cellule de l'embryon de quatre mois a les mêmes exigences que la cellule du nouveau-né. Au cours de l'évolution embryonnaire, le nombre des cellules augmente; mais la composition du squelette minéral ne change pas, sauf pour les sels nécessaires à l'édification de deux tissus spéciaux: le sang et l'os.

Une autre question se pose, celle du rapport existant entre la composition minérale de l'organisme global et la composition des cendres du lait. Bunge, à qui l'on doit sur ce sujet d'intéressantes recherches, a montré que, pour un certain nombre d'espèces (chat, chien, lapin), il y a parallélisme entre la composition minérale de l'organisme et celle du lait maternel, tandis que ce parallélisme ne se manifeste à aucun degré entre les sels du plasma sanguin et ceux du lait. « La cellule épithéliale de la glande mammaire, a écrit Bunge, prélève sur les sels minéraux du plasma toutes les substances inorganiques, exactement dans la proportion où elles sont nécessaires au nourrisson pour se développer et réaliser l'organisme de ses

ascendants. » C'est là, du moins, ce qui résulte des constatations faites par Bunge et ses élèves sur les petits animaux. Chez l'homme, il n'en va pas de même, ainsi que le montre le tableau suivant :

	CENDRES	
	du nouveau-né	Du lait de femme
Anhydride phosphorique P ² O ⁵ . . .	33,28 %	21,30 %
Chaux (CaO)	40,48	14,79
Magnésie (MgO)	1,51	2,87
Chlore (Cl)	1,26	19,73
Anhydride sulfurique (SO ²)	1,50	"
Peroxyde de fer Fe ² O ³	0,39	0,18
Potasse K ² O)	6,20	37,15
Soude Na ² O)	8,12	10,43
Anhydride carbonique CO ²	1,89	"

A la seule inspection des chiffres ci-dessus, il est évident qu'on ne saurait reconnaître aucun rapport, dans la composition quantitative, entre les cendres du nouveau-né et celles du lait de femme. La loi de Bunge ne s'applique pas à l'espèce humaine : la glande mammaire n'a pas chez la femme le pouvoir de sélection qu'elle manifeste chez certains Mammifères, ou, plus exactement, le pouvoir sélecteur, s'il existe, ne s'exerce pas vers le même objet.

Il semble que la loi de Bunge n'est vraie que chez les petits Mammifères à développement rapide et, dans ces limites, elle se vérifie d'autant mieux que le développement est lui-même plus rapide. Les petits animaux constituent, en effet, une part importante de leur organisme, et spécialement de leur tissu osseux, durant l'allaitement, ce qui n'a pas lieu chez l'homme. La période d'allaitement représente chez le chien, par exemple, un quart de la durée du développement total ; ce rapport n'est chez l'homme que de 1/20 environ, c'est-à-dire cinq fois moindre. Il s'ensuit que le lait est, chez les petits Mammifères, un facteur du développement beaucoup plus important et surtout plus étroitement adapté que chez l'homme.

Cette adaptation a été bien mise en évidence par les travaux de Bunge et de ses élèves, en particulier d'Abderhalden ; mais il résulte de ce qui précède qu'elle est restreinte aux petits animaux. On ne la retrouve pas dans l'espèce humaine.

IV

On peut se demander si, indépendamment des éléments minéraux communs (Cl, O, S, Ph, C, Na, K, Ca, Mg, Fe, etc.), le fœtus n'assimile pas à l'état de traces certains autres corps simples, peut-être indispensables : les beaux travaux d'Armand Gautier sur l'arsenic organique évoquent naturellement cette question. Telles qu'on les pratique d'ordinaire et quand on se préoccupe de soustraire les cendres à toute addition de sel étranger, les incinérations de cadavres ne laissent guère l'espoir de retrouver, dans les cendres, des corps

comme l'arsenic ou l'iode ; et, en fait, la recherche de ces substances, dans le résidu de l'incinération, ne donne que des résultats négatifs.

On pourrait s'attendre à rencontrer de la silice dans l'organisme du fœtus ou du nouveau-né : malheureusement, la recherche de la silice ne va pas sans de grandes difficultés : il faut opérer avec des acides distillés dans du platine, travailler exclusivement dans des vases de platine, éviter la chute des poussières et surtout des parcelles détachées des parois réfractaires du four à moule au cours de l'incinération. En prenant les précautions les plus minutieuses, je suis arrivé à extraire quelques flocons à peine visibles de silice, mais en si petite quantité que la présence de ce corps reste douteuse en raison des erreurs à peu près inévitables que comportent les recherches de ce genre. Dans tous les cas, si les tissus de l'embryon renferment du silicium, c'est à l'état de traces infinitésimales, et il en est probablement de même du fluor. Ces corps simples ne semblent faire partie intégrante de nos tissus qu'après la naissance, et ne pénétrer dans l'économie qu'avec les aliments.

Il y aurait enfin une autre question à résoudre, mais qui exigerait des quantités de cendres très supérieures à celles dont on peut pratiquement disposer : je veux parler de la recherche des métaux rares. Il n'est pas impossible qu'un ou plusieurs métaux rares figurent parmi les éléments normaux et peut-être nécessaire de l'organisme, abstraction faite de tout apport alimentaire accidentel, déjà dans l'utérus. Je n'ai fait, dans cette voie, qu'une tentative. La chaux des cendres a été isolée à l'état d'oxalate, puis retransformée en chaux caustique ; et enfin, suivant les indications données par Verneuil, en sulfure de calcium.

On sait, depuis les travaux de Becquerel, que les chaux des diverses origines ne se comportent pas de la même façon et, soumises à des traitements identiques, donnent des sulfures diversement phosphorescents. Avec la chaux des cendres de fœtus, j'ai préparé un sulfure qui, excité par la flamme du magnésium, donne à l'obscurité une phosphorescence magnifique, plus intense que celle de la chaux pure, et se distinguant de celle de la chaux par une coloration vert livide. Cette phosphorescence persiste pendant plusieurs minutes ; elle impressionne la plaque photographique.

Quel que soit le sexe du fœtus, la couleur de la phosphorescence est identique.

Mais ce sont là des questions qui appellent de nouvelles recherches, sur un terrain où la Chimie physiologique n'a pas dit son dernier mot.

D^r L. Hugounenq,

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon,
Membre correspondant de l'Académie de Médecine.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Eneström (Gustaf), de Stockholm. — *Bibliotheca mathematica*. — *Zeitschrift für Geschichte der Mathematischen Wissenschaften*, 3 Folge, 1 Band, 1 und 2 (Doppel) Heft. — 1 vol. in-8° de 296 pages. (Prix : 20 marks.) Teubner, éditeur. Leipzig, 1900.

Jusqu'au commencement de 1900, la *Bibliotheca Mathematica* paraissait à Stockholm en fascicules trimestriels formant, à la fin de chaque année, un modeste opuscule d'une centaine de pages. Malgré l'exiguïté d'un tel cadre, les notes d'histoire mathématique insérées dans ce recueil se signalaient à l'attention des rares mathématiciens curieux des choses du passé, car l'érudition des Eneström, des Steinschneider, des Moritz Cantor, des Dickstein, des Favaro et des Zeuthen y élucidait souvent des petits problèmes archéologiques pleins d'intérêt. Avec la troisième série, inaugurée depuis plusieurs mois, les auteurs se trouvent moins à l'étroit, et ils peuvent maintenant donner à leurs Mémoires des dimensions proportionnées à l'importance des sujets traités.

Le rédacteur en chef, M. Eneström, ouvre ce volume par un plaidoyer *pro domo*. Après avoir passé en revue les principaux travaux relatifs à l'histoire des sciences exactes durant la seconde moitié du XIX^e siècle, il signale l'importance des études de ce genre, puis il trace le programme qu'à l'avenir suivra sa Revue. Ensuite, M. Duhem, de Bordeaux, nous démontre, à l'aide d'une sagace interprétation du *Traité des Corps flottants* d'Archimède, que le génial syracusain ne connaissait pas le paradoxe hydrostatique. Chose curieuse : c'est une méthode erronée qui le conduisit à la découverte de ses fameuses lois. Le véritable créateur des fondements exacts de l'Hydrostatique fut Simon Stevin (1548-1620), considéré jusqu'ici comme un simple commentateur du grand mathématicien grec.

Un peu plus loin, M. Zeuthen, de Copenhague, nous fait voir combien nos connaissances, concernant l'évolution de la *Trigonométrie dans l'Antiquité*, se sont enrichies par la publication du récent ouvrage de M. von Braunmühl, analysé ici-même¹. Viennent après : la Notice de M. Carra de Vaux sur un *manuscrit arabe* traitant de machines attribuées à Héron, Philon et Archimède; des Notes de M. Paul Tannery sur la *pseudogéométrie de Boèce*; d'intéressantes contributions à l'histoire de la physique au *Moyen Age*, par Maximilian Curtze, de Thorn, et un article illustré original sur des *niveaux du seizième siècle*, que décrit M. Kuchazewski, de Varsovie, d'après un petit traité d'Olbrycht Strumienski imprimé à Cracovie en 1573.

Aux pages suivantes M. Gino Loria, de Gênes, publie, avec commentaires, quelques fragments inédits d'Evariste Torricelli, sur la *courbe logarithmique*, d'après les autographes de la Bibliothèque de Florence. Puis M. J. Bosscha, de Haarlem, nous entretient de la magnifique édition des *Œuvres complètes de Huygens*, entreprise par la Société hollandaise des Sciences, et dont huit volumes ont déjà paru. Notons encore, parmi les autres Mémoires remarquables contenus dans ce fascicule de la *Bibliotheca Mathematica*, une substantielle biographie de Sophus Lie, par Friedrich Engel; des nécrologies plus succinctes de C. Immanuel Gerhardt (1816-1899) par Félix Müller; du savant his-

torien de la Physique, Rosenberg (1815-1899), par Günther, de Munich; et un court travail de M. C.-A. Laisant, qui nous renseigne sur l'état d'avancement du *Répertoire bibliographique des Sciences mathématiques*. Enfin, l'opuscule se termine par des analyses d'ouvrages et par des indications bibliographiques sur le mouvement scientifico-historique. JACQUES BOYER.

Hoffmann (J.-C.-V.). — *Sammlung der Aufgaben des Aufgaben-Repertoriums der ersten 25 Bänden der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht*. (Publié avec l'aide de M. STOLL et classé par MM. EMMERICH et MUSEBECK.) — 1 vol. in-8° de 400 pages. B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1900.

Dans les vingt-cinq dernières années, le *Journal pour l'enseignement des Mathématiques et des Sciences naturelles* a publié un très grand nombre de problèmes d'Elémentaires et de Spéciales, envoyés pour la plupart par des professeurs dans les gymnases allemands, et dont un certain nombre ont été empruntés à des revues étrangères, telles que les *Nouvelles Annales*, ou le *Journal de Mathématiques élémentaires*. C'est l'ensemble de ces problèmes que les auteurs viennent de rassembler, en les classant et en les revisant. Les énoncés seuls sont indiqués, et, pour les solutions, on renvoie aux sources. Les problèmes se rapportent à l'Arithmétique, à la Géométrie dans le plan ou dans l'espace, à la Géométrie moderne du triangle, des lieux géométriques ou des enveloppes, aux Sections coniques ou aux courbes des degrés supérieurs, enfin à la Physique, en y comprenant un peu de Mécanique.

Cette collection souffre du défaut inévitable de sa conception. On n'y cherchera pas la pondération ni l'homogénéité, puisque les collaborateurs sont légion, d'aptitudes et de préoccupations très diverses, et que les auteurs ont tout publié indistinctement. Mais ce défaut a bien sa contre-partie; si l'effet est peu satisfaisant au point de vue de l'ordonnance, en revanche, il y a, dans une telle œuvre, plus de place pour l'imprévu, plus de chances de trouver des problèmes intéressants et sortant des ornières tracées par un auteur unique, et dans lesquelles il a tendance à revenir. Pour les professeurs français, il s'y ajoute l'intérêt de voir ce qui se fait dans un pays où l'Instruction est en grand honneur; ils pourront sans doute y faire d'utiles emprunts. Je parle ici surtout des professeurs de mathématiques, car les problèmes de physique sont peu nombreux, et leur choix n'est peut-être pas des plus heureux. On eût pu les supprimer sans diminuer sensiblement la valeur de l'ouvrage.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Bureau des Longitudes. — *Annuaire pour l'année 1901, avec des Notices scientifiques*. — 1 vol. in-12 de 900 pages. (Prix : 1 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Indépendamment du Rapport de M. H. Poincaré sur le projet de Revision de l'Arc méridien de Quito, Rapport qui a été publié par la *Revue*¹, cet Annuaire contient des notices sur : le Transport électrique de la Force, par M. A. Cornu; la Conférence astronomique internationale tenue à l'Observatoire de Paris en juillet 1900, par M. M. Loewy; l'Etablissement du Système métrique, par M. Bassot; etc., etc.

¹ Voir le compte rendu des *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie*, de M. A. VON BRAUNMÜHL, dans la *Revue générale des Sciences*, t. XII, p. 236.

¹ H. POINCARÉ : La Revision de l'Arc méridien de Quito, dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 août 1900, p. 925.

2° Sciences physiques

Mouneyrat (A.). — Nouvelle méthode générale de préparation des carbures d'hydrogène chlorés, bromés et chlorobromés de la série acyclique (*Thèse de la Faculté de Paris.* — 1 brochure in-8 de 96 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1900.

Il est assez rare, maintenant que la Science est sillonnée de grandes lignes dans toutes les directions, de trouver dans une thèse même l'ébauche d'une voie nouvelle; c'est pourtant ce que nous offre le travail de M. Mouneyrat, et, à ce point de vue, il nous semble mériter une attention toute spéciale.

Jusqu'à présent l'application du chlorure d'aluminium aux réactions des corps acycliques n'avait pu être réglée systématiquement, comme elle l'est en série aromatique, depuis les mémorables recherches de MM. Friedel et Crafts. M. Mouneyrat nous montre que ce réactif, en agissant sur les hydrocarbures formés chlorés, donne lieu à un départ de gaz chlorhydrique, et détermine ainsi l'apparition, dans la chaîne, d'une liaison multiple, le plus ordinairement double.

Il résulte de là que, en présence du chlore, ou du brome, le chlorure d'aluminium est un halogénant énergique pour tous ces composés, et, comme l'attaque se fait à des températures différentes, suivant le degré de substitution du corps initial, les actions secondaires sont, en général, peu importantes.

C'est là le point capital de cette étude, qui a été étendue depuis la série de l'éthane jusqu'à celle de l'hexane normal.

Quelques-unes des réactions signalées par l'auteur pourront servir avec avantage à préparer certains dérivés halogénés de la série grasse; citons, entre autres, l'attaque du tétrachlorure d'acétylène par le chlore et le chlorure d'aluminium, à 120°, qui donne naissance à l'éthane perchloré C_2Cl_6 , avec un rendement de 80 %, et celle du bromure de propyle, qui, sous l'action du brome et du bromure d'aluminium, vers 50°, se transforme presque intégralement en bromure de propylène.

L. MAQUENNE,

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

Collins (Henry-F.). *Professeur à l'École Royale des Mines de Londres.* — *The Metallurgy of Lead and Silver.* Part. I : Lead. 1 vol. de 368 pages (Prix : 16 sh.); Part. II : Silver. 1 vol. de 352 pages (Prix : 16 sh.). Charles Griffin and Co, éditeurs, Londres, 1901.

La grande maison d'édition Charles Griffin and Co, de Londres, vient de faire paraître ces deux volumes dans la collection des ouvrages métallurgiques publiés sous la haute direction de sir W. C. Roberts-Austen, le savant professeur du Collège Royal, bien connu de nos lecteurs par ses beaux travaux de microstructure des métaux, qu'il a conduits de pair avec notre compatriote Osmond.

Le premier volume a pour objet l'étude, sous une forme condensée et pratique, de la métallurgie du plomb; l'auteur a repris le sujet déjà si bien traité en ce qui concerne les procédés américains et allemands, par MM. Hoffman et Schnabel, mais en y ajoutant un grand nombre de faits puisés à d'autres sources contemporaines et même tirés de ses propres expériences. Par exemple, les méthodes australiennes pour le traitement des plombs argentifères n'avaient jamais encore été décrites avec autant de détails. Cette métallurgie du plomb est présentée avec la généralité qu'elle comporte, étant donnée la grande variété des minerais répandus sur les diverses parties du monde.

L'auteur donne de nombreux détails sur les méthodes d'essai des minerais de plomb et d'argent, et, après avoir décrit les propriétés du plomb et les caractéristiques de ses minerais, il passe en revue les procédés d'extraction dans l'ordre suivant : grillage et réaction, — grillage et réduction, — précipitation. Il indique en

passant une méthode de calcul très pratique pour établir la charge dans le fourneau avec des minerais d'une composition donnée. Il s'arrête suffisamment sur la question des poussières, et montre les moyens de les recueillir, de les condenser et de les traiter. Enfin, l'examen des minerais mixtes contenant à la fois plomb et zinc, lui sert de transition pour aborder la désargenterie avec ses trois méthodes : la coupellation, le patinonage et le procédé de Parkes.

De toutes les branches de la métallurgie, celle de l'argent, a dit Percy, forme le sujet le plus étendu, le plus varié et le plus compliqué. M. Collins a consacré à l'argent tout le second volume, et, pour donner à son ouvrage un caractère pratique, il a supprimé tout ce qui est suranné et historique, pour y condenser l'actualité, qui seule intéresse l'ingénieur au cours de ses travaux.

On sait qu'aucun des procédés de traitement des minerais argentifères n'est applicable dans tous les cas. La méthode la plus convenable à employer est indiquée par la nature des minerais et leur richesse, l'importance de la production, les conditions géographiques d'emplacement des usines de traitement, les exigences de la main-d'œuvre, etc. Si le combustible est rare, on traite les minerais par amalgamation. Mais une méthode plus générale consiste à dissoudre l'argent, après un grillage chlorurant, par l'hyposulfite de soude seul ou additionné d'une certaine quantité de chlorure de cuivre. Enfin, si les minerais argentifères sont riches et suffisamment plombés, et si, en même temps, le prix du coke n'est pas trop élevé, les procédés par fusion sont plus économiques. Les trois méthodes : amalgamation, lixiviation et fusion, ont été très complètement étudiées par l'auteur, qui donne de nombreux détails inédits sur la pratique de la lixiviation par l'hyposulfite, et sur l'obtention des mattes au haut fourneau.

Il est à remarquer toutefois que l'ouvrage ne mentionne pas les procédés basés sur l'emploi des cyanures. Cette question rentre, d'ailleurs, dans celle qui fait l'objet d'un volume spécial publié également par la maison Griffin, et dont nous rendrons compte. De nombreux renseignements sur le traitement des cuivres argentifères et leur raffinage, tel qu'il est pratiqué à Anaconda ou près de Liverpool, terminent cet intéressant travail.

EMILE DEMENGE.

Ingénieur métallurgiste.

3° Sciences naturelles

Devaux (H.). *Professeur adjoint à l'Université de Bordeaux.* — *Recherches sur les Lenticelles.* — 1 broch. in-8° de 240 pages, avec 6 planches (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*, 8° Série, XI). Masson, éditeur. Paris, 1900.

Volumineux mémoire consacré à une question considérée comme de minime importance par beaucoup de botanistes. M. Devaux n'a pas voulu seulement préciser l'histoire de ces petits organes, mais encore établir leurs relations avec le milieu extérieur et avec la vie des plantes et des organes qui les portent. Si le travail est long, il a du moins, le mérite d'être bien ordonné; à une époque où la production scientifique est excessive, l'ordre et la concision sont de plus en plus des qualités maîtresses. L'auteur possède la première; il sait le prix de la seconde, puisqu'il consacre « tout un chapitre à un résumé général, afin que le lecteur puisse avoir une idée assez précise de l'ensemble en lisant seulement ce résumé ». Nous allons essayer de le synthétiser encore; car, tel qu'il est, il dépasserait de beaucoup les limites qui nous sont accordées.

Les lenticelles peuvent se produire sur tous les organes pourvus de formations secondaires; leur répartition primitive, liée à l'existence des stomates, est en rapport avec la vigueur de la végétation, avec le nombre des entre-nœuds et leur distance par rapport au sommet végétatif. Les lenticelles primitives sont écartées passivement par suite de l'accroissement des organes

en longueur et en diamètre. A partir d'un certain écartement, des lenticelles secondaires se développent entre les premières sur les racines comme sur les tiges.

On distingue dans la lenticelle un phelloderme, des couches subérisées et une région génératrice; ces différentes régions varient beaucoup dans les différents organes et suivant les plantes; c'est, on pouvait le penser, chez les plantes aquatiques que les lenticelles ont la structure la plus simple. La naissance d'une lenticelle a toujours lieu dans les tissus superficiels; elle est en voie d'accroissement continu et de continuelle destruction. Il peut y avoir des temps d'arrêt ou de ralentissement, suivant la saison, des moments où tous les phénomènes sont exagérés; mais le type évolutif reste semblable à lui-même; il ne subit que des variations quantitatives. Cette évolution résulte du conflit continu des phénomènes que nous avons distingués: la prolifération, qui tend sans cesse à augmenter la masse des cellules vivantes de la lenticelle, et la cicatrization, qui tend à la diminuer sans cesse. La structure et les dimensions de la lenticelle dépendent à chaque instant de l'équilibre de ces actions contraires. La couche génératrice s'épuise souvent complètement; il faut que la lenticelle en reconstitue alors une nouvelle dans ses parties profondes.

La lenticelle a sa physiologie propre, indépendante du rôle général que la lenticelle remplit dans la plante.

Les lenticelles sont poreuses, en général; mais elles sont plus ou moins fermées par une ou plusieurs couches subérisées. Le degré de porosité varie avec la saison et avec les conditions extérieures; la transpiration lenticellaire varie dans le même sens. Une lenticelle placée sous l'eau s'hypertrophie, comme dans l'air humide, par simple arrêt de la transpiration. L'eau semble venir toujours de l'intérieur de la plante. On peut expérimentalement transformer une lenticelle aquatique en lenticelle aérienne, et inversement.

Il existe une corrélation étroite entre le développement de chaque lenticelle et la transpiration générale, ou plutôt avec ce que l'auteur appelle l'état d'hydropneusie intérieure, c'est-à-dire de l'humidité interne; l'hydropneusie propre de la cellule dépend directement du niveau d'hydropneusie intérieure. L'hydropneusie n'est pas le seul facteur, du reste; les cellules de la lenticelle paraissent toujours riches en substances osmotiques qui leur permettent d'exercer sur l'eau une attraction supérieure à celle des tissus voisins.

Les lenticelles diffèrent beaucoup du périoderme; elles ressemblent davantage au tissu cicatriciel, d'un côté par leur liège, qui ressemble plus au liège traumatique qu'au liège ordinaire, de l'autre par la prolifération dont elles sont le siège et qui est analogue à celle qui donne le callus. Mais leur origine et l'existence de la porosité et d'une prolifération indéfinie distinguent profondément les lenticelles des simples cicatrices. On pourrait plus justement les rapprocher de l'aérenchyme, à la condition de modifier la notion que Schenck a donnée de ce tissu. En somme, les lenticelles sont des organes ayant une autonomie propre; on peut les définir: de petites plages localisées de parenchyme méatérique en prolifération continue et en continuelle évolution, capables de s'hypertrophier et de se cicatrizer, selon les conditions extérieures ou intérieures d'humidité, en s'adaptant sans cesse à ces conditions.

Grâce à leur porosité, les lenticelles servent certainement, dans une large mesure, aux échanges gazeux généraux de l'organe; mais ce n'est pas en vue de ces échanges qu'elles existent; car 1° elles sont souvent absentes ou insuffisantes; 2° la plante possède souvent des plages poreuses différentes des lenticelles et servant à l'aération; 3° l'ouverture et la fermeture des lenticelles ne sont pas provoquées par les besoins d'aération.

Les lenticelles sont des régulateurs automatiques de l'hydropneusie interne et de la transpiration générale. Ce sont, avant tout, des organes de transpiration. La plante les utilise efficacement aussi pour les échanges gazeux

proprement dits; mais les variations indépendantes de la porosité lenticellaire gênent probablement ces échanges dans certains cas.

M. Devaux rendrait service aux lecteurs en donnant de son Mémoire un résumé substantiel, dégagé des détails trop minutieux et accompagné de quelques bonnes figures dans le texte.

C. FLAUBAULT
Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

Hachet-Souplet (P.). — Examen psychologique des animaux. — Un vol. in-16° de 162 pages. Schleicher frères, éditeurs, Paris, 1900.

M. Hachet-Souplet estime que le meilleur moyen de déterminer la forme et l'étendue de l'intelligence d'un animal, c'est d'étudier de quelle manière il se comporte vis-à-vis des tentatives de dressage qu'on lui fait subir et de rechercher par quels procédés on réussit à le plier à l'exécution des exercices qu'on cherche à lui enseigner. Si la Psychologie comparée n'a pas fait de plus rapides progrès, c'est, à ses yeux, parce que, jusqu'ici, l'observation y a joué un rôle par trop prépondérant et presque exclusif: elle doit suivre la même destinée que les autres branches de la science de l'esprit et faire plus large, d'année en année, la part assignée à la méthode expérimentale dans ses moyens d'investigation; et ici la forme que revêt naturellement l'expérimentation, c'est celle du dressage méthodique et rationnel, du dressage surtout des animaux supérieurs. Ces expériences jettent un jour précieux sur quelques-unes des plus délicates questions qui se rapportent au mécanisme de la volonté et à la genèse des instincts; elles permettent, d'autre part, d'esquisser les principaux traits d'une classification psychologique des animaux, fondée non plus sur des inductions et des analogies, mais sur des faits contrôlés et que l'on peut toujours vérifier en les reproduisant à volonté. Il y aurait donc un réel intérêt à ce que des laboratoires de « dressage rationnel », véritables laboratoires de Psychologie comparée, fussent annexés aux grands jardins zoologiques et que soient appelés à y travailler des hommes qui auraient à la fois une connaissance précise des lois des phénomènes psychiques et une pratique étendue des procédés en usage pour accoutumer les animaux aux exercices que l'on veut obtenir d'eux.

M. Hachet-Souplet divise les animaux en trois classes: ceux qui sont rebelles à tout dressage et répondent seulement par des réactions immédiates et invariables aux excitations périphériques; ceux que l'on peut dresser par la coercition, en agissant tour à tour ou simultanément sur eux par la peur et par la faim, et ceux enfin que l'on peut dresser par la persuasion, auxquels on peut enseigner un exercice en le répétant patiemment devant eux, de manière à les inciter à l'accomplir par une sorte d'irrésistible suggestion.

Les animaux du premier groupe en sont réduits à des processus réflexes excito-moteurs; ceux qui appartiennent au second ont des instincts; ceux enfin du troisième groupe sont, à des degrés divers, intelligents. M. Hachet-Souplet a mis en tête de son livre un tableau synoptique qui donne de la classification qu'il a tentée une vue d'ensemble.

Le premier coup d'œil que l'on y jette montre que des animaux très distants les uns des autres au point de vue zoologique se trouvent réunis en un même groupe les uns avec les autres, tandis que des espèces voisines sont placées dans des catégories différentes et que parfois même des races appartenant à une même espèce se trouvent séparées (le lapin de garenne par exemple et le lapin domestique).

Dans la première catégorie, on ne trouve guère mentionnés au tableau que les Protozoaires. Dans la seconde, divisée en deux sections, sont placés à l'étage inférieur les méduses, l'oursin, le solen, etc.; à l'étage supérieur, le nautilus, le poulpe, le crabe, divers poissons, la grenouille, le pigeon domestique, le bison, le buffle, le daim, le mouflon, le hélier, le lapin de ferme. Dans la

troisième catégorie, viennent se placer les animaux intelligents : divisés en trois groupes : les animaux du premier ont une intelligence ouverte, mais très limitée et que l'on dresse plus aisément et plus sûrement par coercition (cacatoès, cheval, âne, chameau, lama, chèvre, etc.) ; ceux du second groupe présentent, à côté d'un fonds assez riche d'instincts primitifs et d'une intelligence encore capable en quelque mesure d'adaptations nouvelles, un ensemble d'instincts secondaires, dérivés d'actes intelligents, très complexes et très stables (animaux à industries fixes : abeilles, fourmis, fauvettes couturières, castors, chiens des prairies, etc.) ; ceux du troisième groupe enfin sont dans une mesure indéfinie accessibles à la persuasion, ils sont capables d'invention occasionnelle, d'abstraction, de raisonnement, ils rêvent, ils distinguent leur personne nettement de celles de leurs congénères, ils ont la notion du temps, ils commettent des erreurs et savent les reconnaître, etc. Mais parmi eux les uns sont farouches et souvent féroces et il faut les apprivoiser (p. 92, *approvisionnement pour apprivoisement*), avant de tenter de les dresser (ours, loutre, félins ; les autres ont vraiment une intelligence et un caractère analogue, toutes proportions gardées, à celui de l'homme, chiens, singes, éléphants, coatis, etc.). M. Hachet-Souplet a consacré un chapitre aux émotions des animaux, et un autre à leur langage : il a montré que l'on pouvait dresser les chiens en une certaine mesure à imiter la voix humaine. Ce n'est là d'ailleurs qu'un exemple entre plusieurs de ces instincts secondaires, ou, si l'on veut, de ces habitudes d'abord intelligentes, puis automatiques dont il a indiqué la genèse en quelques pages particulièrement intéressantes. (p. 110 et sq.). C'est par des consolidations et des stratifications successives d'habitudes qu'il explique les instincts complexes des insectes et des autres animaux constructeurs ; les lois de sélection ne seraient pas intervenues dans la constitution de ces instincts, mais seulement dans leur fixation ; les habitudes inutiles ou nuisibles sont éliminées.

À côté de bien des digressions philosophiques et psychologiques inutiles, ce mince volume contient de très utiles renseignements sur la vie mentale des animaux, et, encore qu'il ne faille pas, à notre avis, prendre pour critérium exclusif de leur développement psychique, celui que M. Hachet-Souplet a choisi, et que sa classification présente certaines étrangetés qui la rendent sujette à révision, la méthode expérimentale dont il s'est attaché à fixer les règles constituera sans doute, entre des mains intelligentes, un précieux instrument de découvertes pour la Psychologie comparée.

L. MARILLER,
Maître de Conférences
à l'École pratique des Hautes-Études.

4° Sciences médicales

Gley (E). *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Assistant près la Chaire de Physiologie générale au Muséum d'Histoire naturelle. — Essais de Philosophie et d'Histoire de la Biologie. — 1 vol. in-8°, de 344 pages. (Prix : 3 fr. 50.) Masson et Cie, éditeurs, Paris, 1900.*

Les études réunies dans ce volume, malgré la diversité des questions dont elles traitent, dit avec raison l'auteur dans sa Préface, sont cependant toutes inspirées par le même esprit. C'est, en effet, un esprit apte à la généralisation, et en même temps rompu à la pensée philosophique, qui se révèle dans ces pages. La philosophie n'y est toutefois, comme elle doit l'être pour le biologiste, que « la réflexion sur le savoir acquis », et les Essais d'Histoire sont, eux aussi, « des essais de synthèse des idées existantes sur un ensemble de faits ou dans l'œuvre d'un savant ou dans celle d'une collectivité scientifique. »

La première étude est consacrée à une question qui est à la base de la Physiologie générale, l'Irritabilité. On y suit les différentes phases par lesquelles a passé

cette doctrine depuis Glisson jusqu'à Cl. Bernard, qui a porté à un si haut degré de perfection l'œuvre de ses devanciers : on y trouve aussi les arguments opposés à la théorie, et leur réfutation. Cette histoire et cette critique conduisent à un exposé dogmatique, fortement pensé, et d'un caractère bien personnel, où l'auteur, tout en s'inspirant largement des travaux de Cl. Bernard, n'hésite cependant pas à se mettre en opposition avec les idées de l'illustre physiologiste, quand elles lui paraissent prêter le flanc à la critique.

À travers les développements donnés aux diverses faces de la question nature, cause, lois, signification, portée doctrinale de l'irritabilité, il est d'ailleurs facile de distinguer la pensée directrice qui doit aboutir à la conception philosophique finale. La spontanéité des êtres vivants n'est qu'apparente ; la vie n'est que le résultat d'un conflit entre l'organisme et le milieu ; elle dépend donc de l'irritabilité « cette forme organique de l'inertie ». Si, dans bien des cas, la réaction, chez les corps vivants, est beaucoup plus puissante que l'action subie, c'est qu'il existe chez eux des réserves d'énergie potentielle, et, en définitive, ils n'échappent pas à la loi de la conservation de l'énergie.

D'autre part, la substance organisée ne renferme aucun élément qui ne se retrouve aussi dans les corps bruts, et les édifices matériels qui la composent restent soumis aux lois ordinaires de la Physique et de la Chimie : c'est dire que les phénomènes vitaux se réduisent à des phénomènes physico-chimiques. Il n'y a pas place pour un principe spécial et indépendant, supérieur à la matière. Cl. Bernard a cru devoir admettre une « idée directrice », qui préside à l'ordre, à la succession des phénomènes vitaux ; mais cette conception, à bien l'approfondir, ramène au dualisme.

Si l'on veut aller plus loin et remonter à la cause du développement, si frappant chez les êtres vivants, de la faculté de réponse, il faut la chercher dans un état particulier d'instabilité de la matière, qui permet aussi de rendre compte des lois les plus importantes des actions vitales. M. Gley entre ici dans des considérations intéressantes sur la constitution de la substance organisée, qui rappellent les tentatives faites par Pfleger pour expliquer l'état labile de l'albumine vivante, mais qui ne doivent rien aux idées du physiologiste allemand.

Se pose alors le problème délicat des rapports de l'Irritabilité avec les phénomènes de conscience. Cl. Bernard a hésité devant la solution. Après avoir fait observer que la sensibilité consciente, la sensibilité inconsciente, la sensibilité insensible disparaissent successivement sous l'influence d'un même agent, l'agent anesthésique, et qu'elles ne sont par conséquent que des degrés différents d'un même phénomène élémentaire, après avoir posé en principe que la caractéristique de la sensibilité, c'est « la réaction motrice à une stimulation », il a laissé intentionnellement de côté les phénomènes psychiques. Et cependant, si l'on affirme l'identification absolue entre la sensibilité et l'irritabilité, il n'y a de ce point de vue que deux manières de considérer cette dernière propriété. « Ou bien, on en fait la marque spécifique de la vie et on considère la sensibilité comme un perfectionnement ; la conscience n'est qu'un épiphénomène qui se produit à cause et en raison de l'union de toutes les parties de l'organisme, surtout chez les êtres supérieurs. On aboutit ainsi au matérialisme absolu. Ou bien on rattache l'irritabilité à la sensibilité, et on fait de cette dernière une propriété très générale et caractéristique de la vie partout où on rencontre de la vie. Le terme ultime de cette condition est une doctrine hylozoïste, comme par exemple la théorie de Haeckel sur l'âme des plastides ». M. Gley, tout en faisant ses réserves, incline visiblement vers cette dernière théorie. Qu'il me soit permis cependant de faire remarquer que l'hypothèse d'une conscience épiphénomène et témoin inactif et l'hypothèse hylozoïste ne s'excluent pas l'une l'autre, à en juger par un des derniers travaux de Le Dantec, *Le Déterminisme biologique*.

Quoi qu'il en soit, la conclusion de cette remarquable étude se devine : « La métaphysique n'entre pas en maîtrise dans la science, c'est l'essentiel. Le mécanisme reste comme l'explication positive des phénomènes. Et, pour revenir à la question particulière dont il s'agit, il n'y a rien de spécial ni dans l'irritabilité, ni par suite dans la vie, quant à leur nature et quant à leurs lois ». Ces pages étaient écrites en 1889 : depuis lors le vitalisme a de nouveau fait son apparition dans les sciences biologiques. Mais ce néovitalisme, comme on l'a appelé, se présente aujourd'hui sous une forme telle que, par certains côtés, il ne s'éloigne pas beaucoup des conceptions de ses adversaires les plus déclarés. Runge, son représentant le plus en vue, dans la dernière édition de son *Traité de Chimie biologique*, ne ferme-t-il pas son chapitre « Vitalisme et Mécanisme » sur ces mots : *Sollte nicht vielleicht jede Zelle und jedes Atom ein beseeltes Wesen sein, und alles Leben nur Seelenleben?* J'ai idée que l'auteur de l'étude sur l'Irritabilité se ralliera volontiers à cette conclusion, à sa première partie, du moins.

On voit par les réflexions que suggère la lecture de ce travail, par les rapprochements qu'elle amène avec les études plus récentes de biologie philosophique, combien elle est instructive : on y trouvera d'autant plus de satisfaction que toujours la netteté et la précision de la langue répondent à la netteté et à la précision de la pensée.

L'étude suivante : *Un physiologiste au xviii^e siècle : L'irritabilité et la sensibilité d'après Lecat*, se rattache au même ordre d'idées que la première. C'est une discussion critique sur les rapports entre ces deux propriétés, d'après les opinions d'un médecin français qui ne craint pas d'affirmer qu'il n'y a pas d'irritabilité sans sentiment, et de supposer dans toute parcelle vivante l'existence d'une âme, c'est-à-dire de quelque chose doté de sensibilité consciente.

Dans le travail intitulé : *Résumé historique et évolution de la physiologie du système nerveux*, M. Gley retrace à grands traits l'œuvre accomplie dans ce domaine depuis Galien, et nous avertit aussi de ne pas nous faire d'illusion sur l'étendue de nos connaissances, puisque, malgré quelques hypothèses séduisantes, le problème capital, celui du mécanisme de l'action nerveuse, reste tout entier à résoudre.

C'est bien une *Conception* et une *Classification physiologique des glandes* que nous présente ensuite l'auteur, puisque l'une et l'autre se basent uniquement sur le mode de fonctionnement de ces organes. Après avoir mis en lumière ce que les découvertes successives nous ont appris sur la structure et le rôle des glandes, il est amené à établir nettement la caractéristique de l'élément glandulaire. M. Gley fait bien voir qu'il ne faut pas la chercher seulement dans l'élaboration des principes immédiats par l'activité chimique de la cellule, puisqu'à ce compte toute cellule serait glandulaire : cet acte, qui est la sécrétion proprement dite, ne doit pas être séparé de l'acte d'excrétion cellulaire par lequel l'élément anatomique rejette dans le sang ou dans la cavité de la glande les substances qu'il a fabriquées. Ce n'est qu'à la condition de ne pas perdre de vue l'union intime de ces deux opérations que l'on arrive à bien définir ce que c'est qu'une glande. De même la classification que nous propose M. Gley s'appuie exclusivement sur la notion de fonction. Il divise d'abord les glandes en deux grands groupes : 1^o les glandes à rôle nutritif; 2^o les glandes à rôle défensif.

Dans le premier groupe rentrent : 1^o les glandes digestives; 2^o les glandes nutritives (servant à la nutrition générale); 3^o les glandes excréteuses (servant à éliminer les déchets de la nutrition); 4^o les glandes servant à maintenir la composition du milieu intérieur; 5^o les glandes servant à la reproduction (nutrition continuée).

Dans le deuxième groupe viennent se ranger : 1^o les glandes prolectrices d'organes ou de fonctions (rôle

surtout physique); 2^o les glandes prolectrices de l'organisme contre lui-même (rôle chimique). Cette classification, déjà fort instructive en elle-même, offre au physiologiste, comme on peut en juger, un plan rationnel d'études et un cadre très large et très élastique dans lequel il pourra faire entrer facilement tout ce que nous savons sur les fonctions des glandes.

Quelques pages sur les progrès de la physiogénie, à propos de recherches relatives au développement de la fonction motrice chez l'embryon, font ressortir l'intérêt qui s'attache à l'étude de la formation et du développement des propriétés fonctionnelles de la matière vivante, si l'on veut arriver à expliquer ses réactions.

C'est une lourde tâche, que la Société de Biologie, à l'occasion de son cinquantenaire, a confiée au dévouement de son Secrétaire général, lorsqu'elle l'a chargé de lui présenter un rapport sur l'œuvre de la Société depuis sa fondation; mais aussi elle savait en quelles mains elle remettait cette tâche. Ce travail sur la *Société de Biologie et l'évolution des Sciences biologiques en France de 1849 à 1900*, a certainement répondu et au delà à l'attente de ceux qui, en le confiant à M. Gley, savaient qu'ils y trouveraient la représentation fidèle et éloquente des services rendus par la Société et des progrès réalisés dans les sciences biologiques pendant la dernière moitié du siècle qui vient de finir. Un tel travail ne s'analyse pas : on ne peut qu'admirer et l'esprit dans lequel il est conçu, et la méthode qui en a réglé l'exécution, et l'intelligence critique qui s'y exerce, servie par une plume souple et élégante. Ce n'est pas seulement l'histoire de la Société de Biologie, c'est aussi et surtout une véritable encyclopédie, un tableau complet des conquêtes successives de la science durant ces cinquante dernières années, tableau qui ne se borne pas à nous les présenter dans un ordre méthodique, mais qui s'anime sans cesse d'aperçus ingénieux sur les liens qui rattachent les unes aux autres les principales découvertes, sur la direction qu'elles ont imprimée aux efforts des investigateurs, sur les conséquences qu'on en a tirées. On y voit comment, à mesure que la Science progresse, elle tend à devenir explicative, de descriptive qu'elle était; comment des problèmes nouveaux se sont posés, des voies nouvelles se sont ouvertes dans tous les domaines de la Biologie.

L'ouvrage se termine dignement par une étude sur la vie et l'œuvre de Brown-Sequard. C'est un portrait lumineux de l'illustre savant, de ses facultés maîtresses, de ses tentatives d'esprit, de sa méthode de travail, de son activité prodigieuse. C'est une appréciation juste et vraie de tout ce que la Physiologie doit au découvreur infatigable. C'est enfin un hommage ému à l'homme et à ses qualités de cœur. Tous ceux, et ils sont nombreux, qui aimaient le Maître regretté, seront reconnaissants à M. Gley d'avoir si bien exprimé les sentiments qu'il leur inspirait.

Dr E. WERTHEIMER,

Professeur à la Faculté de Médecine de Lille.

Perrier (Edm.), *Membre de l'Institut, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle*; **Poiré** (Paul), *Professeur honoraire au Lycée Condorcet*; **Joannis** (Alex.) et **Perrier** (Remy), *Chargés de Cours à la Faculté des Sciences de Paris*. — **Nouveau Dictionnaire des Sciences et de leurs applications**, avec figures dans le texte. Fascicules 1 à 11. — (Prix du fascicule : 4 fr.) Delagrave, éditeur, Paris, 1901.

Les auteurs de ce nouveau Dictionnaire se sont donné pour but de présenter le tableau, aussi complet que possible, de l'état actuel des diverses sciences et des applications qu'elles ont engendrées.

La rédaction a été confiée à des collaborateurs spéciaux, appartenant pour la plupart au corps enseignant, et qui, au double point de vue scientifique et pédagogique, ont depuis longtemps fait leurs preuves.

Les articles parus dans les onze premiers fascicules vont de *Abeille* à *Chlore*.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Avril 1901.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de **M. Raoult**, Correspondant pour la Section de Physique générale. — **M. Sébert** entretient l'Académie de l'utilité scientifique d'une langue auxiliaire internationale, et lui demande de porter cette question devant l'Association internationale des Académies. — **M. Ch. Méray** fait connaître particulièrement la langue internationale du **D^r Zamenhof**, connue sous le nom d'*Esperanto*¹.

^{1^o} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. de Forcrand** a été amené à modifier légèrement la loi de Trouton, et propose de l'exprimer sous la forme suivante : Dans tous les phénomènes physiques ou chimiques, la chaleur de solidification d'un gaz quelconque est proportionnelle à sa température de vaporisation sous la pression atmosphérique. — **MM. C. Camichel** et **P. Bayrac** ont étudié l'absorption de la lumière par les dissolutions des divers indophénols et déterminé les minima de transparence. Quand un azote tertiaire est remplacé par un azote primaire, le minimum de transparence se déplace vers l'extrémité la plus réfrangible du spectre. — **M. P. Lemout** a observé qu'en milieu sulfurique les benzophénones para-amidées substituées donnent avec certaines amines aromatiques, à l'exclusion des autres, des produits de réaction qui sont des matières colorantes; les seules amines qui sont capables de cette réaction sont celles qui ont au moins deux noyaux aromatiques fixés directement sur l'azote; il faut, en outre, que l'un de ces noyaux soit un phényl et qu'il ait sa position para libre, l'azote étant en 1.

^{2^o} SCIENCES NATURELLES. — **MM. André Broca** et **D. Sulzer** ont déterminé l'angle limite de numération des objets. Les résultats montrent que la numération des traits est une fonction plus complexe que la reconnaissance d'une lettre; elle est certainement due à des mouvements oculaires. — **M. P. Pourquier** conclut d'un certain nombre d'expériences que la résistance des moutons algériens à la clavelée n'est pas héréditaire. La clavelisation préventive des troupeaux africains, en tant que mesure générale, lui paraît, pour le moment, téméraire et même dangereuse. — **MM. L. Duparc** et **F. Pearce** ont trouvé dans l'Oural moyen (district de Solikamsk) une nouvelle roche pyroxénique qu'ils appellent *kowskite*. Elle est constituée par du diallage, de l'olivine, de la hornblende, de la magnétite et des spinelles chromifères. Cette roche est traversée par des filons plus basiques de dummites. — **M. Stan. Meunier** a examiné des échantillons de la pluie de sang tombée à Palerme, dans la nuit du 9 au 10 mars. C'est une poussière très fine, composée en majeure partie de grains de quartz et de débris de diatomées. Il s'agit très probablement de matériaux arrachés par les remous atmosphériques au sol du Sahara.

Séance du 13 Avril 1901.

^{1^o} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. Lippmann** démontre que la puissance représentative d'une portion finie de courbe continue est infiniment supérieure à celle d'un ensemble infini et discontinu comme le langage écrit. — **M. Emile Borel** étudie la décomposition des fonctions méromorphes en éléments simples. Une fonction méromorphe d'ordre fini ne peut pas toujours se

mettre sous la forme d'une fonction entière d'ordre fini et d'une série canonique de fractions simples. — **M. Edm. Maillet** démontre un théorème sur les racines des équations transcendentes. — **M. H. Padé** étudie la fraction continue de Stieltjes et montre que le mémoire de ce savant est la tentative la plus profonde faite jusqu'ici pour obtenir la définition d'une fonction au moyen d'un tableau de fractions rationnelles approchées. — **M. G.-A. Miller** démontre que le nombre des opérations invariantes du groupe δ des isomorphismes d'un groupe abélien H est égal au nombre d'opérations de la plus haute puissance dans un des plus grands sous-groupes circulaires de H .

^{2^o} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Eug. Bloch** a constaté que la résistance électrique du sélénium diminue sous l'action du rayonnement du radium; cette action est de l'ordre de celle d'une lumière diffuse faible. — **MM. André Broca** et **Turehimi** ont observé, au moyen d'oscillations électriques vibrant environ un million de fois par seconde, que les propriétés des électrolytes placés sur le circuit de décharge sont profondément modifiées. Dans des conditions convenables, il jaillit dans les électrolytes très conducteurs des étincelles disruptives extrêmement puissantes qui montrent que, pour des oscillations de cet ordre de fréquence, l'électrolyte se comporte à peu près comme un diélectrique. — **M. G.-A. Hemsalech** a étudié les étincelles oscillantes et l'influence de la self-induction placée dans le circuit de décharge. Avec les électrodes en Fe, Co, Zn, Cd, Cu, Al, Pb, l'intensité de l'étincelle, après avoir passé par un minimum peu marqué, augmente considérablement avec l'augmentation de la self-induction. — **M. M. Berthelot** a étudié l'action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent. Il se forme d'abord un peroxyde Ag^2O^2 extrêmement instable, qui se décompose d'une part en $Ag^2 + O^2$, d'autre part en $Ag^2O + O$. Mais une fraction de Ag^2O se combine avec Ag^2O^2 pour donner Ag^2O^3 , qui peut se décomposer à son tour en $2 Ag^2O + O$. — **M. E. Pozzi-Escot** pense que l'acide picrique n'a pas la valeur que **M. Popoff** a cherché à lui attribuer comme réactif microchimique des alcaloïdes.

^{3^o} SCIENCES NATURELLES. — **MM. L. Gêneau de Lamrière** et **J. Mahen** ont étudié les caractères de la flore des mousses des cavernes; ils sont identiques, ou à peu près, à ceux qu'on constate dans les espèces qui croissent à une ombre épaisse et dans les endroits frais ou humides. — **M. F. Kovessi** donne un certain nombre d'indications qui fournissent une base rationnelle pour la taille des divers cépages de la vigne dans les diverses régions; elles apprendront, en outre, à exécuter cette taille suivant les conditions climatériques de l'année qui précède. — **M. Aug. Chevalier** communique les faits géologiques qui le conduisent à admettre l'existence probable d'une mer récente dans la région de Tombouctou.

Séance du 22 Avril 1901.

La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de **M. Ad. Chatin**: en première ligne, **MM. B. Renault** et **R. Zeiller**; en seconde ligne, **MM. Bureau, Costantin** et **Mangin**.

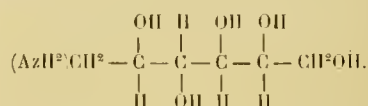
^{1^o} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. E. Picard** présente ses recherches sur les résidus et les périodes des intégrales doubles de fonctions rationnelles. — **M. R. Briard** étudie une question relative au déplacement d'une figure de grandeur invariable. — **M. E. Borel** déduit de ses recherches sur les fonctions entières de plusieurs variables et leur mode de croissance, que

¹ Voyez, à ce sujet, l'article de **M. Méray** dans la *Revue* du 15 avril 1900, p. 417.

l'hypothèse qu'une fonction croissante de plusieurs variables est une fonction entière restreint singulièrement la généralité de son mode de croissance. — M. G. Lippmann décrit un appareil destiné à entraîner la plaque photographique qui reçoit l'image fournie par un sidérostas, avec la même vitesse de rotation que cette image, afin d'obtenir des images posées de tous les points du ciel. — M. P. Duhem, poursuivant ses recherches sur la propagation des discontinuités dans un fluide visqueux, indique une nouvelle extension de la loi d'Hugoniot.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ed. Mack a déterminé quelques isothermes de l'éther entre 100° et 206° avec l'appareil qu'il précédemment décrit. — M. P. Chroustchhoff indique les modifications qu'il a été amené à apporter, dans ses recherches cryoscopiques, à la construction et à l'emploi du thermomètre électrique de Callendar et Griffiths, ainsi qu'à la méthode employée par Raoult pour la détermination de l'abaissement du point de congélation. — M. P. Weiss décrit un nouveau système d'ampèremètres et de voltmètres indépendants de l'intensité de leur aimant permanent; on arrive à ce résultat par l'emploi simultané d'un couple directeur magnétique prédominant et d'un couple directeur élastique d'importance subordonnée. — M. G. A. Hemsaleeh poursuit l'étude de l'influence de la self-induction sur les spectres d'étincelles. Certaines raies diminuent rapidement en intensité avec l'augmentation de la self-induction. D'autres diminuent lentement et d'une manière continue. Enfin une troisième catégorie diminue, passe par un minimum, augmente considérablement, atteint un maximum d'intensité, et diminue de nouveau. — M. E. König a observé que la superposition d'un courant alternatif au courant continu dans un arc électrique, produit des oscillations lumineuses périodiques se suivant assez lentement pour être perceptibles à l'œil. — M. G. Trouvé présente un appareil qui imite les effets des fontaines lumineuses par la projection de grains solides au moyen d'un jet d'air continu. — M. G. Contremoulins décrit un appareil de mensuration exacte du squelette et des organes donnant une image nette en radiographie; il suffit de prendre deux épreuves radiographiques avec changement d'incidence du tube de Crookes. — M. A. Gautier a obtenu encore, dans la décomposition des roches cristallines en poudre, de l'ammoniaque, de l'azote et de l'argon provenant d'azotures et d'argonnes métalliques, de l'iode et enfin de l'arsenic provenant d'arséniures. — M. R. Güntz, en chauffant à 1200° l'amalgame de baryum dans un courant d'H, a obtenu de l'hydruure de baryum, BaH², solide grisâtre, très stable. Il est décomposé par l'eau en baryte et hydrogène; chauffé dans un courant d'azote, il se transforme en azoture de baryum Ba²Az². — M. H. Henriot propose une nouvelle méthode de dosage de l'acide nitrique dans les eaux basées sur la transformation totale de celui-ci en hydroxylamine par le chlorure stanneux en excès; on titre ensuite par l'iode le chlorure stanneux non utilisé. — M. M. Delépine a constaté que si l'on oppose à un acétal un alcool autre que celui qui le constitue, il y a déplacement plus ou moins complet de l'alcool de l'acétal initial, surtout si l'on chauffe en présence d'un peu de HCl. On peut préparer ainsi de nouveaux acétals. — M. E.-E. Blaise indique une méthode générale de synthèse des éthers β-cétoniques acycliques non substitués; elle consiste à faire réagir les dérivés éthero-organomagnésiens sur le cyanacétate d'éthyle, et à décomposer par l'eau le produit obtenu. L'autour a préparé ainsi le propionyl et le butyrylacétate d'éthyle. — MM. Ch. Moureu et R. Delange, en traitant par un excès de sodium l'acide amylopropionique C¹¹H²¹ — C ≡ C — CO²H, ont réalisé la synthèse de l'acide caprylique C¹⁷H³³ — (C¹⁵)² — CO²H. L'acide hexylpropionique, dans les mêmes conditions, donne l'acide pélargonique. — MM. L. Maquenne et E. Roux, en réduisant la glucosimine par l'amalgame de sodium, ont obtenu une base, la gluc-

mine, qui paraît répondre à la constitution suivante :



Son pouvoir rotatoire est de -15°3, sans multirotation. — M. J. Bougault a préparé l'acide paroxyhydratropique en déméthylant son éther, qu'on obtient facilement à partir de l'anéthol. C'est un corps cristallisé, fondant à 130°, inactif, mais dédoublable par la morphine en deux isomères actifs. — M. Bongert a fait réagir la phénylhydrazine sur les deux butyrylacétylacétates de méthyle isomères et a obtenu un dérivé de la bispyrazolone. Avec l'hydrazine, on obtient soit du propylméthylpyrazolcarbonate de méthyle, soit de la méthylpyrazolone. — M. G. Favrel, en faisant réagir les éthers alkylecyanacétiques sur les chlorures diazoïques, a obtenu des phényl-(toluyl-) hydrazone-*z*-nitriles butyriques. — MM. Amé Pictet et A. Rotsehy ont retiré du tabac du Kentucky trois nouveaux alcaloïdes : la *nicotéine*, C¹⁰H¹²Az², liquide; la *nicotelline*, C¹⁹H¹⁸Az², solide, fondant à 147°-148°; la *nicotimine*, C¹⁹H¹⁷Az², liquide, isomère de la nicotine. — M. Rosensthiel a constaté qu'en engageant la nitramine dans une combinaison azoïque sulfonée, on lui confère une solubilité qui lui manque à l'état de liberté et qui facilite toutes les réactions des agents réducteurs, dont l'action s'exerce sur la nitramine seule, sans que le sulfo-naphtol intervienne par sa substance. — M. L. Maillard a constaté que la matière rouge, soluble dans le chloroforme, qui se produit à l'air dans les urines sous l'action de HCl, est de l'indirubine; elle provient des mêmes chromogènes indoxylques que le bleu d'indigo qu'elle peut remplacer en totalité; les méthodes de dosage des dérivés indoxylques basées sur le dosage du bleu d'indigo seul sont donc illusoire. — MM. Louise et Riquier donnent une formule qui permet de calculer l'écrémage et le mouillage dans les analyses de lait. — M. E. Manceau a étudié la seconde fermentation ou prise en mousse des vins de Champagne. La fermentation partielle du sucre est la cause principale de la variation des proportions de sucre exigées par les différents vins pour acquérir la même pression.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau démontre que, dans les moteurs inanimés comme dans le muscle, moteur animé, l'énergie consacrée à l'exécution du travail mécanique positif a une double destination : il est dépensé de l'énergie pour créer les forces de soutien qui équilibrent les charges à soulever (*travail intérieur*); il en est dépensé pour créer les forces motrices qui opèrent le soulèvement de ces charges (*travail extérieur*). — M. A. Robert a étudié au Laboratoire de Roseoff les premiers phénomènes du développement des *Trochus majus* et *Tr. Connoides*; la segmentation est tout à fait semblable chez ces deux types, et analogue à celle des *Crepidula*. — M^{me} Rondeau-Luzeau a observé l'action des solutions isotoniques de chlorures et de sucre sur les œufs de *Rana fusca*. Il y a un commencement de segmentation, qui s'arrête à des stades variables suivant les chlorures. — M. G. Weiss a excité des nerfs et des muscles par des ondes de très courte durée (0^e.0001), et a observé qu'avec un courant continu la quantité d'énergie mise en jeu pour provoquer l'excitation passe par un minimum pour une durée déterminée de passage du courant. — MM. Albert Frouin et M. Molinier ont étudié l'action de l'alcool sur la sécrétion gastrique. L'hypersécrétion provoquée par l'alcool n'est pas due seulement à une action locale, ou à l'action sur les terminaisons nerveuses des voies gustatives; c'est à une action spéciale sur le système nerveux que l'alcool doit son effet. — M. Stan. Meunier expose un mode de formation du minerai de fer oolithique de Lorraine, qui est en contradiction avec celui admis par M. G. Rolland. Pour lui, le calcaire s'est déposé dans la mer thourcienne sous forme de limon,

puis a pris la forme oolithique; puis il a été baigné par des solutions ferrugineuses, dont les molécules de calcaire ont retenu peu à peu tout le fer. — Louis BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 9 Avril 1901.

M. Debove signale la pullulation des moustiques dans certains quartiers de Paris. S'il est probable que ces insectes ne transmettent à Paris aucune maladie contagieuse, ils n'en sont pas moins des hôtes très incommodes. M. Debove demande donc que la Ville de Paris supprime ses eaux stagnantes dans les places et jardins publics, et les remplace par des eaux courantes, où qu'elle y fasse verser la petite quantité de pétrole nécessaire pour arrêter le développement des moustiques. MM. Vallin, Laveran et Proust s'associent à ces observations. — M. L. Hugouenq communique ses recherches sur la composition minérale de l'organisme du fœtus humain et de l'enfant nouveau-né. La *Revue* publie dans le présent fascicule un article détaillé sur cette question.

Séance du 16 Avril 1901.

M. le Président annonce le décès de M. Costomiris, Correspondant étranger.

M. Farabeuf fait remarquer que les bords de la Bièvre sont infestés de moustiques dont la piqûre est souvent très douloureuse; il appelle l'attention de la Commission des Moustiques sur cette situation. — M. Liégeois rappelle qu'il a obtenu, depuis une quinzaine d'années, de bons résultats dans le traitement de la chlorose par l'acétophosphate de cuivre. D'autres médecins étrangers, Mendini, Bare, Gervello, etc., ont obtenu des résultats analogues par l'emploi de divers sels de cuivre. — M. Delorme attire l'attention sur la nécessité du lavage complètement aseptique du linge sale, et décrit les procédés usités dans divers hôpitaux pour arriver à ce but. Il propose à l'Académie d'engager l'autorité civile à prescrire, dans les lavoirs publics, l'usage de *lessiveuses-désinfecteuses*; d'en proposer la généralisation à l'Assistance publique, et à tous les hôpitaux civils, militaires et coloniaux. — M. Galezowski lit un mémoire sur les névrites optiques paludéennes.

Séance du 23 Avril 1901.

M. J. V. Laborde présente un rapport sur un mémoire de M. J. de Tarchanoff, relatif à l'influence de la quinine sur les muscles striés pendant la chloroformisation. Cet alcaloïde produit, dans les muscles, une perte de la transparence, de l'élasticité et de l'irritabilité; ils sont devenus opaques et rigides. — M. H. de Brun a obtenu d'excellents résultats dans le traitement de la lèpre par l'ichtyol à l'intérieur; la dose peut aller jusqu'à 10 grammes par jour. Quant à l'ichtyol administré à l'extérieur, l'auteur n'en a retiré aucun avantage. — MM. Peugniez et Rémy communiquent une note sur l'extirpation des projectiles logés dans l'encéphale, avec une observation de plaie pénétrante du crâne par arme à feu. — M. Fochier donne lecture d'un mémoire sur un cas de dystocie grave dans un utérus bicorne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Mars 1901.

M. L. Camus a étudié l'action du poison des Moïs sur le cœur isolé. C'est un poison systolique; si parfois le ventricule de la grenouille, emprisonné et arrêté, renferme encore du sang, cela tient vraisemblablement à un état particulier de fatigue du myocarde. — M. F. Henneguy a fait des essais de parthénogenèse expérimentale sur les œufs de grenouille avec des solutions salines; les meilleurs résultats ont été obtenus avec les azotates de potasse et d'ammoniaque qui ont produit des segmentations allant jusqu'au stade 16. — M. G.

Maréchal a observé le développement de spores dans les cultures pures du bacille de Ducrey, ainsi que la formation d'une capsule autour du microbe et de la spore dans le chancre mou et la syphilis. — M. A. Thomas décrit les altérations des cylindres-axes dans la sclérose en plaques, ainsi que l'évolution pathologique de la névroglie dans la même maladie. — MM. A. Thomas et P. Loew ont étudié les altérations des cordons postérieurs dans les tumeurs de l'encéphale. — M. André Lombard démontre, par des expériences sur l'atropine et la strychnine, qu'en pénétrant dans la circulation, les poisons alcaloïdiques sont d'abord fixés sur les leucocytes. Dans ce cas, l'animal est réfractaire; dans le cas contraire, il y a empoisonnement général par diffusion dans le sérum. — M. G. Linossier a reconnu expérimentalement que l'acide salicylique s'élimine activement par la bile; toutefois la proportion est insuffisante pour qu'on puisse lui attribuer, comme on le supposait, une action antiseptique directe importante dans les affections biliaires. — M. Harriot montre que certains oxydes métalliques sesquioxyde de fer, d'alumine, etc., peuvent jouer vis-à-vis des acides organiques un rôle analogue à celui de la lipase. Cette constatation et d'autres faites concordent avec l'hypothèse que la lipase serait un sel de fer. — M. J. Simonin a observé dans les selles dysentériques la présence presque constante de l'entérocoque, qui était le compagnon à peu près exclusif du colibacille. — MM. Sabrazès et Fauquet ont constaté que la première urine du nouveau-né après l'accouchement est douée de propriétés hémolytiques. — MM. Calugareanu et V. Henri ont observé chez un chien une salivation très abondante, pendant la mastication, à la suite de la suture croisée des nerfs hypoglosses et linguals. — M. Ch. Schmitt a reconnu qu'à pouvoir sucrant égal la saccharine retarde moins la digestion que le sucre. — MM. Gilbert et P. Lereboullet ont constaté que la cause principale de la splénomégalie dans les cirrhoses biliaires, c'est la superposition de deux facteurs: infection et congestion passive. — M. R. Suzor a reconnu expérimentalement que le jaune d'œuf cru constitue une substance alimentaire de premier ordre, par la voie hypodermique. Il constitue en même temps, et employé de la même façon, un stimulant et un releveur de la nutrition générale de tout premier ordre, utile dans tous les cas d'épuisement, y compris les cas de démence. — Le même auteur a traité avec succès des accès de migraine et de névralgie faciales par des applications de cocaine dans la narine, du côté où siège la douleur. — M. G. Leven montre l'utilité d'une alimentation d'épreuve dans les recherches sur la nutrition. — MM. Milian et Legros ont étudié le liquide céphalo-rachidien dans le tétanos spontané. Il conserve sa limpidité et ne renferme ni germe microbien, ni toxine. — MM. Ch. Achard et M. Loeper montrent l'existence d'un mécanisme régulateur de la composition du sang à l'état normal, qui subit des variations pathologiques.

Séance du 20 Avril 1901.

M. A. Laveran a étudié le *Piroplasma equi*, hématozoaire endoglobulaire qui produit une maladie des chevaux dans le sud de l'Afrique. Il n'a rien de commun avec l'hématozoaire du paludisme, comme on l'avait pensé d'abord. — M. A. Laveran a reçu de diverses localités où règne le paludisme des échantillons d'*Anophèles* Bonifacio, Constantine, Orléansville, Haut-Tonkin, Brésil). — M. Kronecker critique les méthodes servant à déterminer les manifestations extérieures de l'activité du cœur. — M. E. Hédon signale l'action antitoxique du sérum et du phosphate acide de soude contre certains glycosides hémolytiques toxiques pour les Poissons (cyclamine, saponine, solanine). — M. H. Ribaut a constaté que la caféine à dose faible abaisse l'élimination azotée; à dose forte, elle l'augmente. — M. A. Pognat démontre que le mode d'action des urines vis-à-vis des globules rouges dépend de leur degré de concentration moléculaire, le laquage

ne se produisant qu'avec des urines hypotoniques au sang. — M. A. Sicard propose de remplacer la méthode des injections sous-arachnoïdiennes par celle des injections extra-durales par voie sacro-coecy-gienne; cette dernière est d'une inocuité absolue. — M. E. Gley a trouvé, dans le corps thyroïde d'un homme atteint de goitre exophtalmique, 2 milligrammes d'iode pour 100 grammes de glande fraîche. — M. G. Weiss montre que lorsqu'une onde électrique traverse un nerf, le seuil de l'excitation est d'autant plus élevé que l'onde est plus fréquemment interrompue. — M. A. Imbert cite divers faits à l'appui de l'hypothèse d'Haughton, d'après laquelle la forme même de certains muscles produit dans leur fonctionnement une dépense inutile d'énergie. — M. L. Lutz présente une bougie-pipette pour stérilisation et répartition directe des liquides. — M. S. Jourdain a observé que les escargots, en se promenant à la surface des vitres, produisent un son musical analogue à celui qu'on obtient en promenant un doigt humide à la surface d'une lame de verre. — M. Cl. Regaud a étudié le mode de formation des chromosomes pendant les karyokinèses des spermatogonies chez le rat. Les demi-chromosomes résultent de deux segmentations transversales successives, sans fissuration longitudinale. — Le même auteur a observé une transformation para-épithéliale des cellules interstitielles dans les testicules d'un chien, probablement à la suite d'une orchite ancienne. — MM. G. Félizet et A. Branca poursuivent leurs recherches histologiques sur le testicule étiopique par l'étude des fibres élastiques et des épithéliums. — M. A. Dastre a observé que les matières grasses chez les Crustacés sont localisées dans le foie. — M. J. Le-fèvre, à propos des notes de MM. Lagriffe et Maurel sur la mort par réfrigération, rappelle qu'il a déjà étudié et décrit antérieurement le mécanisme de la résistance au froid. Il a, de même, reconnu qu'il y a constamment augmentation du rendement de travail chez l'homme, sous l'action brusque ou même prolongée du froid, et chaque fois que le froid fait suite à l'action du chaud. — M. G. Meillère a reconnu, dans la recherche toxicologique du plomb, que la présence des phosphates introduits par les cendres des organes, empêche la précipitation électrolytique à l'état d'oxyde puce. — MM. A. Frouin et M. Molinier: Action de l'alcool sur la sécrétion gastrique (Voir page 446). — MM. A. Valdiguié et J. Larroche ont constaté que le suc de pommes de terre possède les propriétés générales des ferments solubles, en particulier un fort pouvoir réducteur. — MM. E. Lesné et P. Merklen montrent que les urines dans les gastro-entérites des nourrissons, comparées aux urines des nouveau-nés sains, possèdent un point cryoscopique hypertonique, et un chiffre de chlorures diminué. — M. G. Poulou décrit un procédé de récolte et de répartition applicable aux grandes quantités de sérum. — M. E. Maurel a constaté que, sous l'influence d'une alimentation faiblement azotée, l'acide urique tombe à de très faibles proportions; il en est probablement de même des autres composés azotés de l'urine représentant les produits de désassimilation incomplète; ces produits doivent diminuer également dans l'organisme. — Le même auteur a étudié l'élimination urinaire des chlorures; elle est normalement de 0,20 à 0,25 grammes par kilogramme de poids. Si l'on restreint l'absorption de NaCl, l'élimination ne peut pas descendre au-dessous de 0,05 gr.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Avril 1901.

M. H. Pellat, président, rend compte des réunions tenues pendant la semaine de Pâques. — M. P. Lauriol expose les récents progrès relatifs à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice, et en même temps ses recherches personnelles sur ces diverses questions. Il passe en revue les progrès de l'éclairage au gaz par incandescence, qui permet actuellement de

ne brûler que 10 à 15 litres de gaz (soit 0 fr. 003) par carcel-heure, au lieu des 405 litres qu'exigeait le bec Argand et 130 qu'exige le bec papillon. Il indique les diverses méthodes de production des gaz pauvres (*gaz à l'eau*), obtenus par le passage de la vapeur d'eau sur le charbon incandescent, auxquels, en Angleterre, on mêle des vapeurs de pétrole; on obtient ainsi un mélange pratiquement comparable au gaz ordinaire, au triple point de vue de l'éclairage, du chauffage et de la force motrice. Les lampes à *pétrole lampant*, qui ont malheureusement l'inconvénient de siffler et dont l'allumage exige quelques minutes, ne consomment par carcel-heure que 4 grammes de pétrole, soit 0 fr. 0012, tandis que les lampes à pétrole ordinaire consomment dix fois plus. Le prix élevé du carbure de calcium (au moins 25 centimes le kilo) porte à 0 fr. 0072 le carcel-heure fourni par l'*acétylène*. L'auteur insiste sur les inconvénients des orifices très fins d'écoulement de l'acétylène qui sont nécessaires et malheureusement difficiles à réaliser parfaitement; il indique des résultats personnels relativement à l'éclairage par l'acétylène. L'incandescence par l'acétylène fournit le carcel-heure à 0 fr. 0015. M. Lauriol passe ensuite à l'électricité. Il parle des lampes à arc sans rhéostat employées avec succès dans quelques rues de Paris, des nouvelles lampes à incandescence (lampe à osmium de M. Auer, lampes à filament de bas voltage, lampes à filament de haut voltage — 220 volts). Le *chauffage électrique* revient à 15 centimes le kilowatt-heure, prix environ égal à 6 fois celui que coûte le chauffage au gaz. D'après des expériences de l'auteur, il y a, dans le chauffage au gaz, perte de la moitié de la chaleur dans la cheminée. La calorie-gaz ne coûterait que 1/12 de la calorie électrique si elle était utilisée intégralement. — A propos de la communication de M. Lauriol, M. H. Le Chatelier indique un progrès intéressant relatif à la fabrication du gaz à l'eau. Il insiste sur le fait que le gaz à l'eau ne donne pas un rendement supérieur à celui du gaz pour l'éclairage par incandescence. Il dit qu'il serait intéressant d'avoir des renseignements sur la *compression* du gaz et sur l'utilisation du gaz comprimé dans des appareils de petites dimensions. M. Pellat demande des renseignements sur les précautions prises pour éviter l'empoisonnement par l'oxyde de carbone des gaz à l'eau. M. Lauriol répond que l'on peut donner une odeur très forte au gaz à l'eau par la carbylamine. Il fait naturellement pour le gaz à l'eau (qui renferme 40 % en volume de CO) de bonnes canalisations, aussi bien d'ailleurs que pour le gaz d'éclairage (qui renferme 7 à 8 % de CO). M. Le Chatelier exprime le désir que l'on puisse se procurer des becs pour le gaz comprimé. Il insiste sur la facilité avec laquelle la compression est possible au moyen des petits moteurs à air chaud, système Henrici, dont l'installation n'entraîne qu'une dépense insignifiante.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

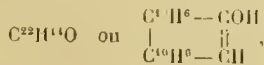
Séance du 22 Mars 1901.

M. Engel présente un mémoire de M. de Coppet sur la cristallisation spontanée de l'hydrate $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dans les solutions sursaturées de sulfate de sodium, avec des remarques sur les limites de l'état métastable de ces solutions. — M. A. Gautier communique une méthode de séparation et de dosage de l'hydrogène sulfuré, des sulfures et des polysulfures. — M. Ad. Jouve recherche le sélénium dans l'acide sulfurique, au moyen d'un courant de gaz acétylène; la sensibilité, qui atteint environ 1/1.000.000^e, est plus grande, de beaucoup, que celles que donnent les réactifs connus, tels que la codéine ou le gaz sulfureux. — M. l'abbé J. Hamonet a fait réagir quelques métaux sur le butane diodé ou dibromé en vue d'obtenir le tétraméthylène, mais jusqu'ici ce corps n'a pu être préparé. Avec le sodium, la réaction est extrêmement violente; la masse charbonne et le gaz dégagé contient

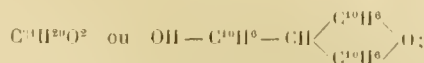
une très forte proportion d'hydrogène. Si l'on dilue le butane dihalogéné dans le benzène, le toluène ou le xylène, il n'y a plus réaction, même à la température d'ébullition de ces liquides. Avec le zinc en présence de l'alcool à 75° (réaction de Gustavson pour le triméthylène, il se dégage un gaz qui contient 20 % d'hydrogène, 10 % d'un composé immédiatement absorbable par le brome et 70 % de butane. Sur le zinc seul, le diiodobutane et le dibromobutane agissent lentement à la température du laboratoire, 12 à 16°, en donnant de l'éthylène, comme si la chaîne tétraméthylénique se brisait au moment de se fermer. — M. Delépine expose les résultats obtenus en opposant aux acétals d'alcools monovalents, divers alcools monovalents, bivalents, trivalents, tétravalents et hexavalents. Dans tous les cas il y a une réaction, c'est-à-dire un déplacement plus ou moins avancé de l'alcool primitif par le nouvel alcool. Cette méthode revient en somme à faire de nouveaux acétals avec des acétals différents déjà obtenus; elle conduit à la formation d'acétals déjà connus ou inconnus dont la description sera faite ultérieurement. — M. Ch. Moureu s'est proposé de montrer que le réactif découvert par M. Grignard (iodures d'alcyl-magnésium pouvait attaquer des composés oxygénés autres que ceux du carbone. L'action de l'iodure d'éthylmagnésium sur le nitrite d'amyle lui a donné de la diéthylhydroxylamine $Az(C^2H^5)_2OH$; avec le nitroéthane, il a obtenu la même base, mélangée d'un autre composé, qu'il suppose être l'oxyde de triéthylamine $Az/C^2H^5_3O$. Le nitrate de méthyle réagit aussi très énergiquement; il y a production d'un mélange basique, possédant des propriétés réductrices très nettes. L'auteur a commencé l'étude des composés oxygénés du soufre; le phénylsulfonate de méthyle et le sulfate d'éthyle sont attaqués violemment par les iodures d'alcyl-magnésium; le sujet est en cours d'expériences. Il n'est pas douteux que les composés oxygénés des autres métalloïdes ne soient dans le même cas. M. Moureu poursuit la solution de ces différents problèmes en collaboration avec M. R. Delange et M. H. Desmots. Il espère que cette étude apportera quelques faits précis, qui seront de nature à éclairer peut-être définitivement la structure intime des acides minéraux oxygénés, c'est-à-dire le mode de liaison de l'oxygène avec l'élément spécial contenu dans chacun de ces acides. — M. P. Lebeau expose le résultat de ses recherches sur les composés binaires de fer et de silicium. L'étude qu'il a faite de ces combinaisons établit nettement l'existence, dans les ferrosiliciums industriels, des siliciums $SiFe^2$, $SiFe$ et Si^2Fe . Il donne, en outre, des procédés de préparation qui lui ont permis d'obtenir ces composés purs et cristallisés et de faire l'étude de leurs principales propriétés; et il montre également que la silicuration du fer par les procédés électrometallurgiques peut avoir deux limites correspondant à la formation des composés $SiFe$ ou Si^2Fe suivant la nature des matières premières employées. — M. Grimbort, en étudiant l'action du *Bacillus tartricus* sur les hydrates de carbone, a constaté, parmi les produits de la fermentation, la présence constante de l'acétylméthylcarbinol, qu'il a caractérisé par l'ensemble de ses propriétés et la formation de son osazone $C^{16}H^{18}Az^2$, fusible à 243° et qui lui est commune avec le biacétyle. Il serait intéressant de rechercher si d'autres ferments jouissent de la même propriété, ou si elle est caractéristique du *B. tartricus* seul.

Séance du 26 Avril 1901.

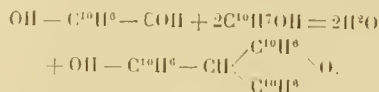
M. R. Fosse a étudié l'un des corps obtenus par Rousseau dans l'action du chloroforme sur le β -naphtol. Le corps considéré par Rousseau comme un binaphthylène-alcool :



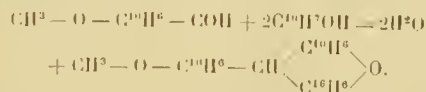
possède la formule suivante :



c'est le naphtylol-naphtyl-oxynaphtyl-méthane. M. Fosse démontre cette formule par l'analyse de ce corps et de ses éthers méthylique, éthylique, acétique, le dosage de l'acide acétique dans l'éther acétique, la cryoscopie de l'éther méthylique et enfin la synthèse en partant de l'aldéhyde oxynaphtoïque et du β -naphtol :



Le naphtylol-naphtyl-oxynaphtyl-méthane, cristallisé dans le nitrobenzène, puis dans l'acétone, se présente en belles aiguilles prismatiques, incolores en restant du dissolvant ou opaques par dessiccation. Ce corps fond à 273° en un liquide brun. L'éther méthylique fond à 253°, éthylique à 304°, acétique à 285°. Cette substance présente la curieuse propriété, quoique phénol, d'être insoluble dans les alcalis en solution aqueuse, mais de se dissoudre dans les alcalis en solution alcoolique d'où l'eau la précipite inaltérée. Pour démontrer que ce corps possède bien OH phénolique, sur le conseil de M. Haller, M. Fosse a fait directement la synthèse de l'éther méthylique, en partant de l'éther méthylique de l'aldéhyde oxynaphtoïque et du β -naphtol :



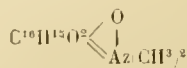
Le corps obtenu fond à 253°, il est identique à celui préparé par l'action de l'iodure de méthyle sur le naphtylol-naphtyl-oxynaphtyl-méthane potassé. — M. L.-J. Simon a comparé, au point de vue de la réaction colorée qu'ils donnent avec le perchlorure de fer, l'acide salicylique $C^7H^6O^3$ et l'acide isopyrotartrique $C^7H^6O^3$ qu'il a isolé dans les produits de la calcination de l'acide tartrique. Il en résulte qu'il ne serait pas impossible que l'acide isopyrotartrique soit précisément la substance que l'on prend parfois pour l'acide salicylique dans la recherche de ce corps, dans les boissons alimentaires et en particulier dans les vins. — M. Le Chatelier présente une note de M. Georges Rosset sur une pile électrique à dépolarisant, spontanément régénérable par oxydation directe à l'air. — M. L. Maquenne décrit une nouvelle base qu'il a obtenue, en collaboration avec M. E. Roux, en réduisant la glucosoxime par l'amalgame de sodium; ce corps, qu'il désigne sous le nom de glucamine, est une base forte dont la plupart des sels sont sirupeux et incristallisables. L'oxalate est en paillettes hexagonales incolores. Sa constitution est celle d'un aminohexanepentol $C^6H^{12}AzO^5$, différant des glucosamines connues par deux atomes d'hydrogène en excès. — M. Grignard se réserve l'emploi en chimie organique des combinaisons alcylhalogénées du magnésium qu'il a découvertes.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

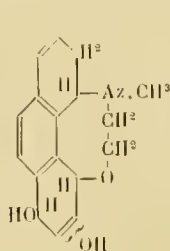
Séance du 21 Mars 1901.

MM. S. B. Schryver et F. H. Lees ont constaté que, dans la décomposition par l'eau de la bromomorphide, il se forme, à côté de l'isomorphine, une autre base isomère, la β -isomorphine. Celle-ci se forme également dans la décomposition de la chloromorphide. L'isomorphine donne facilement un méthiodure diacétylé $C^{17}H^{17}(OCH^3)_2CO^2O.AzCl^1$. La bromocodéide, traitée par l'eau, fournit également de l'isocodéine, qui donne, par traitement avec CHI^3 , un méthiodure $C^{17}H^{18}O^2(OCH^3).AzCl^1$. On arrive à ce même dérivé à partir du méthiodure d'isomorphine par diverses réactions, ce qui montre les relations de ces deux corps. On en

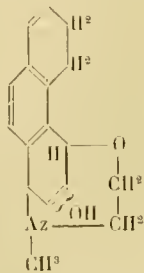
déduit pour le méthoxyde d'isomorphine la constitution d'une phénolbétaine :



D'une autre série de réactions, les auteurs déduisent que l'isomorphine contient absolument les mêmes groupes que la morphine; les formules de ces deux bases seraient donc probablement :



Morphine (Knorr).



Isomorphine.

M. H. A. D. Jowett poursuit ses recherches sur la constitution de la pilocarpine. L'isopilocarpine, traitée par le brome en solution acétique, donne un perbromure de dibromoisopilocarpine, avec un peu de monobromoisopilocarpine et d'acide isopilocarpinique. Ce perbromure, traité par AzH^3 , se transforme en dibromoisopilocarpine. Celle-ci, oxydée par le permanganate, donne de l'acide pilopinique $\text{C}^8\text{H}^{10}\text{O}^2\text{Az}$ et de l'acide pilopique $\text{C}^7\text{H}^9\text{O}^2$. Quand l'isopilocarpine est traitée par le brome en solution aqueuse, on obtient des acides bromés. L'acide dibromoisopilocarpinique, traité par l'amalgame de sodium, donne de l'acide pilopique. Réduit par le zinc en solution acétique, il fournit par contre une lactone, l'isopilocarpinolactone, $\text{C}^{11}\text{H}^{14}\text{O}^2\text{Az}$, lévogyre. La bromuration de la pilocarpine donne des résultats analogues à celle de l'isopilocarpine. Les acides bromopilocarpiniques fournissent par réduction de l'acide pilocarpinique. — M. A. Harden a constaté que le *Bacillus coli communis* fait fermenter le glucose en produisant environ la moitié d'acide lactique, puis de l'alcool, de l'acide acétique, CO^2 , H^2 et de petites quantités d'acides succinique et formique. L'acide lactique est un mélange d'acide inactif et d'acide gauche. Le *d*-fructose donne les mêmes produits de fermentation; le *l*-arabiose et le *d*-galactose produisent également de l'acide lactique gauche. Le mannitol donne une plus forte proportion d'alcool; la production de ce dernier semble dépendre de la présence du groupe $\text{CH}^2(\text{OH})$. CH , OH . En présence d'acide aspartique comme aliment azoté, la fermentation a lieu de même, mais la majeure partie de l'hydrogène produit est employée à réduire l'acide aspartique en succinate d'ammonium. M. Pakes fait remarquer que les décompositions bactériennes ont lieu très différemment suivant qu'elles se produisent en présence ou à l'abri de l'air. — M. G. D. Lander a étudié l'action de l'oxyde d'argent sec et du iodure d'éthyle sur l'éther benzoylacétique, la déoxybenzoïne et la cyanure de benzyle. Avec le premier, on obtient de l'éther éthylbenzoylacétique, avec de très faibles quantités d'éther β -éthoxycinnamique. Avec la déoxybenzoïne, il se forme un peu de bidésyle. Avec le cyanure de benzyle, la décomposition est plus profonde; on obtient du dicyanostilbène. — Le même auteur a étudié l'alkylation des acylarylamines par l'oxyde d'argent sec et les iodures d'alkyles. Avec l'iodure d'éthyle, on obtient seulement des imino-éthers, tandis que l'iodure de méthyle donne un mélange d'acylalkylamines normales et d'imino-homologues. Les imino-éthers se distinguent de leurs isomères : 1° par leur état liquide à la température ordinaire; 2° par leurs points d'ébullition qui sont de 30 à 50° inférieurs à ceux des acylalkylamines; 3° par le fait que leurs chlorhydrates chauffés

régénèrent les acylarylamines par perte de chlorure d'alkyle; 4° par leur rapide hydrolyse au moyen de HCl dilué, en amine, acide et alcool. — M. G. D. Lander a encore cherché à préparer des imino-éthers aliphatiques à partir des amides. En chauffant de l'oxamate d'éthyle avec de l'oxyde d'argent sec et de l'iodure d'éthyle, il a obtenu l'éther diéthylique semi-imino-oxalique. L'uréthane, dans les mêmes conditions, donne de l'iminocarbonate diéthylique à côté d'un peu de cyanurate triéthylique. — M. H. Crompton présente une note sur la détermination théorique de la chaleur latente de vaporisation des liquides. Imaginons une vapeur saturée dans un état assez raréfié pour obéir à la loi $PV = RT$. Supposons qu'il soit possible, à température constante et par la compression seulement, de réduire le volume V_0 de la vapeur à celui que le liquide qu'elle forme occuperait normalement (soit v_0), sans qu'il se produise de changement d'état, et la substance continuant à obéir à loi des gaz pendant la compression. Le travail accompli pendant ce changement de volume est :

$$\int_{v_0}^{V_0} p dv = \int_{v_0}^{V_0} \frac{RT}{v} dv = RT \log_e \frac{V_0}{v_0},$$

et comme il ne se produit aucun changement de température, une quantité de chaleur équivalente à ce travail est dégagée pendant la compression. La vapeur occupe maintenant le volume du liquide, mais n'est pas liquide. C'est, par hypothèse, un gaz à haute pression, et si la pression est réduite à sa valeur initiale, le gaz se dilatera jusqu'à son volume primitif. Pour former le liquide, la substance doit être placée dans un état tel qu'il soit possible de réduire la pression jusqu'à la tension de vapeur normale du liquide, sans changement de volume. En supposant qu'il ne se produise aucune variation d'agréation moléculaire, la substance doit donc être débarrassée de l'énergie potentielle d'expansion du gaz, c'est-à-dire de l'énergie qui rendrait capables les molécules de la substance d'occuper leur volume primitif en retournant à la pression initiale. Cette énergie est égale à celle qui est libérée en comprimant la substance, soit $RT \log_e V_0/v_0$. Si elle est mise sous forme de chaleur, la quantité totale de chaleur dégagée pendant la formation du liquide aux dépens de la vapeur sera $2RT \log_e V_0/v_0$, c'est-à-dire la chaleur latente de vaporisation. Si V_0 et v_0 sont pris pour 1 molécule-gramme, R devient égal à 1,976 calorie, et $2RT \log_e V_0/v_0$ est la chaleur moléculaire de vaporisation. En divisant par le poids moléculaire M , on obtient la chaleur latente de vaporisation dans les unités ordinaires. Les observations de Cailletet et de Mathias permettent de vérifier la formule précédente dans d'assez larges limites (Tableau I). D_0 est la densité de vapeur, d_0 la densité du liquide, et l la chaleur latente de vaporisation.

TABLEAU I. — Comparaison des chaleurs latentes de vaporisation observées et calculées par la formule de Crompton.

	T	D_0	d_0	M	l obs.	l cal.
CO^2	278	0,044	1,110	44	72,23	71,91
—	273	0,099	0,905	44	57,48	54,26
—	275,04	0,233	0,710	44	31,80	31,06
AzO	253	0,044	0,998	44	66,90	70,93
—	273	0,081	0,890	44	59,50	58,77
—	293	0,151	0,755	44	43,25	42,36
SO^2	273	0,0045	1,4338	64	91,2	97,47
—	303	0,0136	1,3520	64	80,5	86,05
—	333	0,0364	1,2425	64	68,4	70,03

On voit que la concordance des résultats est assez bonne. Les écarts proviennent de ce que la vapeur saturée au point d'ébullition n'est pas un gaz parfait et

possède généralement une densité un peu plus élevée que celle qui correspond au poids moléculaire normal de la substance. — MM. Bohuslav Brauner et F. Pavlicek ont déterminé à nouveau le poids atomique du lanthane, retiré de la célite, purifié par cristallisation fractionnée du nitrate double ammoniacal, et soumis ensuite à la précipitation fractionnée par la potasse. Pour la détermination, l'oxyde est converti en sulfate; celui-ci, chauffé à 150° et pesé plusieurs fois, diminue de poids jusqu'à une certaine limite; chauffé dans une atmosphère de carbonate d'ammoniaque, il diminue encore de poids jusqu'à un nombre constant qui correspond à $\text{La} = 138,2$. Or, si l'on reprend le résidu par l'eau, on constate qu'il est fortement acide, et qu'il contient, à côté du sulfate neutre, une petite quantité de sulfate acide, qu'on peut déterminer par l'acalimétrie. Il en résulte une erreur sur le poids atomique de 0,8 en moins. Les auteurs concluent que toutes les déterminations d'équivalents des terres rares par la méthode des sulfates faites au XIX^e siècle sont entachées d'une erreur analogue. La correction, appliquée au lanthane, donne, pour la fraction la plus pure, le poids atomique 139. — M. B. Brauner a déterminé également le poids atomique du praséodyme par quatre méthodes : analyse du sulfate, analyse de l'oxalate, synthèses du sulfate. On observe également que le sulfate chauffé présente une réaction acide et contient du sulfate acide. En éliminant les séries entachées d'erreurs, on obtient la moyenne $\text{Pr} = 140,94$. Mais les résultats prouvent seulement que l'équivalent du praséodyme est de 77, et le poids atomique pourrait être : $\text{Pr}^I = 47, \text{Pr}^{II} = 94, \text{Pr}^{III} = 141, \text{Pr}^{IV} = 188$ ou $\text{Pr}^V = 235$. La détermination du poids moléculaire du PrCl_3 anhydre par l'ébullioscopie a donné 247,4, ce qui permet de conclure que le praséodyme possède bien le poids atomique 140,94. — M. B. Brauner a préparé un tétraoxyde de praséodyme $\text{Pr}^{\text{IV}}\text{O}_4$ par fusion du nitrate de praséodyme avec le nitrate de potasse; densité = 5,978. C'est un oxyde ozonique, ne donnant pas la réaction du peroxyde d'hydrogène. Il se combine avec le trioxyde $\text{Pr}^{\text{III}}\text{O}_3$ pour donner un oxyde complexe $\text{Pr}^{\text{IV}}\text{O}_4$ ou $\text{Pr}^{\text{IV}}\text{O}_3$, densité = 6,704. Le nitrate de praséodyme donne avec $\text{H}^{\text{III}}\text{O}_3$, $\text{Na}^{\text{III}}\text{O}_3$ et un alcali un hydrate du peroxyde $\text{Pr}^{\text{IV}}\text{O}_4$, qui est un oxyde antozonique. C'est à cette série qu'appartient l'acétate $\text{Ac}^{\text{III}}\text{Pr}^{\text{III}}\text{O}_4 \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{Pr}^{\text{III}}(\text{OH})\text{Ac} + \text{H}_2\text{O}$. — Le même auteur, appliquant la méthode du sulfate à la détermination du poids atomique du néodyme, a obtenu la valeur $\text{Nd} = 143,80$ avec une substance purifiée, après avoir déterminé expérimentalement la correction due à la présence du sulfate acide. Le néodyme forme, à l'état sec, un oxyde supérieur $\text{Nd}^{\text{IV}}\text{O}_4$, avec une si faible tension de l'atome actif d'oxygène que celui-ci, mis en liberté par les acides, se dégage dans une solution de sel ferreux sans l'oxyder; c'est probablement un oxyde antozonique limité. Le néodyme donne des composés antozoniques du type $\text{R}^{\text{IV}}\text{O}_4$; l'acétate a une formule identique à celle de l'acétate de praséodyme. — M. B. Brauner a appliqué les résultats de l'étude de l'hydrolyse du sel $\text{Th}(\text{C}^{\text{IV}}\text{O}_4 \cdot \text{AzH}^{\text{IV}})^4 + 7\text{H}_2\text{O}$ au fractionnement et à la purification des composés commerciaux du thorium. Les fractions basiques positives sont dénommées Th_2 , et les fractions acides négatives Th_β . Le poids atomique des fractions basiques est $\text{Th}_\alpha = 233,5$ (méthode de l'oxalate) ou $\text{Th}_\alpha = 233,3-233,7$ (méthode du sulfate). Les fractions négatives ont d'abord donné $\text{Th}_\beta = 232,5$, puis, après purification, $\text{Th}_\beta = 232,0$ et 231,9. En continuant le fractionnement des parties négatives, on arrive à un produit pour lequel $\text{Th}_\beta = 220$. Cette diminution du poids atomique est accompagnée d'un abaissement de la densité de l'oxyde qui tombe de 10,2 à 9,6, en même temps que le thorium acquiert la propriété de former facilement des sels basiques. — MM. F. S. Kipping¹ et

A. E. Hunter décrivent la préparation du phéno- α -cétioheptaméthylène et de ses dérivés. — M. J. J. Sudborough rappelle que l'un des deux diphényl-dinitroéthylènes, obtenus récemment par J. Schmidt² dans l'action du peroxyde d'azote sur le tolane, a été préparé autrefois par lui-même en faisant réagir le peroxyde d'azote sur le monochlorostilbène.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 20 Avril 1904.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries : *Involutions sur une quartique plane à point triple*. Les involutions quadratiques I_2 sur la courbe donnée C_4 à point triple O admettent une enveloppe d'involution I^3 de la troisième classe. Chacune de ces involutions I_2 peut être engendrée à l'aide d'une infinité de faisceaux de coniques; les points de base de ces faisceaux sont le point O et trois points variables de C_4 , engendrant sur cette courbe une involution cubique I_3 , conjuguée à I_2 . Deux involutions conjuguées I_2, I_1 admettent la même enveloppe d'involution I^3 . Points et tangentes communs de C_4 et I^3 . Involutions quadratiques particulières à conique d'involution I^2 . Les involutions I_3 conjuguées aux involutions I_2 sont d'un caractère particulier, car l'enveloppe d'involution de l'involution I_3 la plus générale est une I^6 , etc. — M. J. C. Kapteyn : *L'intensité immense des étoiles fixes*. 1. Parallaxe moyenne des étoiles de grandeur et de mouvement propre donnés. 2. Probabilité pour que la parallaxe d'une étoile arbitraire surpasse sa valeur moyenne dans une proportion déterminée. 3. Données pour le mouvement propre, la dimension et les nombres des étoiles de grandeur déterminée. 4. Nombre des étoiles dont le mouvement propre est situé entre des limites déterminées. 5. Force lumineuse et grandeur absolues. 6. Déduction de la densité en étoiles et de la courbe de l'intensité lumineuse. 7. Influence de l'incertitude par rapport aux valeurs de certaines constantes. 8. Le degré d'approximation des résultats déposés dans la courbe d'intensité lumineuse. 9. Les étoiles du premier type spectral et celles du second.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. D. Van der Waals : *L'équation critique et la théorie du mouvement cyclique*. Troisième communication (Voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XII, pp. 297 et 391). Il y a encore une quantité, se rapportant au point critique, pour laquelle la valeur, calculée à l'aide de l'équation :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT,$$

où b est considéré comme une constante, diffère considérablement de ce que nous apprend l'expérience. Au point critique, la quantité $\left(\frac{T}{p} \frac{dp}{dT}\right)_c$, calculée pour la

pression de la vapeur saturée, coïncide avec $\left(\frac{T}{p} \frac{dp}{dT}\right)_c$. Pour plusieurs substances, l'expérience fait trouver une valeur près de 7, tandis que l'équation critique mène au résultat 4, si b reste constant. Seulement, la compressibilité de la molécule — ou, pour s'exprimer d'une manière plus prudente, la variation de b — fait trouver pour la quantité indiquée la valeur 6,7, tout à fait d'accord avec un calcul antérieur (*Continuité*, I, p. 159). Par rapport à cette quantité l'auteur répète ce qui a été remarqué pour $\left(\frac{pv}{RT}\right)_c$: s'il y avait lieu de réduire le volume critique de 3 à 2 environ, les autres quantités caractéristiques du point critique montrant des déviations assez considérables des valeurs calculées, s'accommoderaient par beaucoup à ces valeurs. La dernière supposition exige que l'expression :

¹ Voyez le présent fascicule, page 397.

² *Ber. der d. chem. Ges.*, t. XXXIV, 619.

$$\left[\frac{1}{\rho x} \frac{db}{dv} \left(\frac{dP_b}{dbx} - T \frac{d^2 P_b}{db dT} \right) \right]_x$$

se réduit à une quantité négligeable, ce qui, à son tour, mène à la relation :

$$T \frac{d^2 P_b}{db dT} = \frac{dP_b}{db}$$

Cette relation est de rigueur, si les forces atomiques croissent proportionnellement avec la température. D'après cette dernière hypothèse, tant soit peu inattendue et singulière, $b_g - b_0$ et b ne dépendent plus de la température, et les molécules, quoique bien compressibles, ne se dilatent plus par la chaleur. Néanmoins, l'auteur développe des arguments qui semblent prouver que ce résultat touche de près à la vérité. Ensuite, il revient aux équations :

$$\frac{b-b_0}{v-b} = 2 \left[1 - \left(\frac{b-b_0}{b_g-b_0} \right)^2 \right],$$

$$\frac{3}{v} = \frac{2 \left(1 - \frac{db}{dv} \right)}{v-b} + \frac{\frac{d^2 b}{dv^2}}{1 - \frac{db}{dv}}$$

qui figurent déjà dans la seconde communication, en examinant pour quelles valeurs de f et de b il y a accord complet entre les expériences et le calcul. Cette étude a comporté des analyses assez pénibles. Elles mènent entre autres à la forme :

$$\left(\rho + \frac{a}{v^2} \right) (v - b_0) = (1 + f) RT.$$

de l'équation critique, d'après laquelle les conditions s'approchent de plus en plus de celles qui se présenteraient, si les molécules composées pouvaient être considérées comme décomposées en des atomes singuliers, etc. — **M. H. Kamerlingh Onnes** : *Sur des différences de densité à proximité du point critique causées par des différences de température*. L'auteur revient à la communication précédente (*Rev. génér. des Sc.*, t. XII, p. 391) où il a prouvé que les déviations de la théorie de van der Waals indiquées par M. de Heen ne se présentent plus, si l'on répète les expériences avec de l'acide carbonique pur. Là il en déduisait que les résultats de M. de Heen exigent des corrections systématiques, M. de Heen n'ayant pas tenu compte de différences de température causées par des processus adiabatiques. Ici, l'auteur s'occupe principalement d'autres différences de température, peut-être très importantes, en rapport avec le mode d'échauffement. En réunissant les résultats des expériences de M. Amagat sur les conditions à la proximité du point critique dans un diagramme, où la densité et la pression figurent comme abscisse et ordonnée, on trouve facilement à l'aide des coefficients de tension par interpolation les densités à des températures intermédiaires. Ainsi l'un des diagrammes de l'auteur donne d'abord pour isotherme à chaque température la droite pointillée d' inclinée sous un angle de 45° . Ensuite à chaque température correspondent les deux lignes d_{i-1} et d_{i+1} , faisant

connaître par leurs distances, mesurées suivant les ordonnées de la droite pointillée, la variation de la densité correspondant à une différence de température de 1° . De cette manière les trois couples de lignes ont trait aux températures de 35° , 40° , 45° ; ce qui fait voir que pour 35° même des différences de températures très petites mènent à des variations de densité assez considérables. L'auteur donne encore une analyse du problème de la variation de la densité dans un cylindre où la température varie avec la hauteur d'après une loi linéaire.

3. SCIENCES NATURELLES. — **M. J. L. C. Schröder van der Kolk** : *Dureté et propriété du clivage des minéraux en rapport l'une avec l'autre*. En 1832, Kennigott a essayé de mettre en rapport l'une avec l'autre la dureté des minéraux et leurs poids spécifique et atomique. En commençant par le corindon et l'hématite, il trouva qu'en général le minerai au poids spécifique relatif considérable possédait la plus grande dureté. Dans ces tentatives, Kennigott s'est limité à des substances alliées, comme le corindon, l'hématite, la calcite, la dolomite. Au contraire, l'auteur a cherché à comparer à cet égard les minéraux les plus variés, dans l'espoir que les déviations aussi probables de la loi de Kennigott pourraient servir à nous mettre sur la piste de quelques phénomènes nouveaux. Comme mesure du « poids spécifique relatif », il considère l'expression « poids spécifique divisé par poids atomique ». Il n'obtient une concordance assez satisfaisante qu'en multipliant le quotient de cette division par le nombre des atomes de la molécule. Ces expériences ont trait à 300 minéraux; il a seulement exclu les zéolites et d'autres substances où le rôle joué par l'eau est encore inexpliqué. En dressant un diagramme où l'abscisse et l'ordonnée sont proportionnelles au poids spécifique relatif moléculaire et à la dureté, l'auteur a découvert des irrégularités qui ne s'expliquent qu'à l'aide de la propriété du clivage. En effet, ce diagramme présente des lignes en zigzag et toujours les minéraux très clivables se trouvent aux points les plus bas; seulement toute régularité disparaît là où les maxima se trouvent au-dessous de la dureté 5 de l'échelle de Mohr. D'après l'auteur, ce résultat s'explique par la remarque que les duretés 1, 2, 3, 4 de l'échelle de Mohr n'ont pas un caractère assez prononcé et sont plutôt en rapport direct avec le développement de la propriété du clivage, etc. — **M. C. Winkler** présente au nom de **M. H. D. Beyerman** : *L'influence de l'excitation faradique de la « capsula interna » sur la respiration*. — Ensuite **M. Winkler** présente encore deux mémoires de **M. L. J. J. Muskens** : 1° « La physiologie et la pathologie des mouvements et des positions forcés en rapport avec une déviation conjuguée de la tête et des yeux »; 2° « Quelques expériences sur des déviations du sens de l'odorat sous des pressions extraordinaires intercraïennes ». Sont nommés rapporteurs MM. T. Place et C. Winkler.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 21 mai, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de feu le Professeur Potain. La Section présentait comme candidats :

En première ligne, MM. A. Charrin et Jaccoud ;
En seconde ligne, MM. Cornil, Fournier, Hayem, Lancereaux, A. Laveran et Ch. Richet.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 65 :

M. Laveran a obtenu	13 voix.
M. Richet —	12 —
M. Charrin —	12 —
M. Lancereaux —	8 —
M. Hayem —	7 —
M. Jaccoud —	6 —
M. Cornil —	6 —
M. Fournier —	4 —

Au second tour, le nombre des votants étant 66 :

M. Laveran a obtenu	22 voix.
M. Richet —	17 —
M. Charrin —	13 —
M. Lancereaux —	8 —
M. Jaccoud —	5 —
M. Hayem —	1 —

Ce second tour ayant encore abouti à un ballottage, l'Académie a procédé à un dernier vote. Le nombre des votants étant toujours 66,

M. Laveran a obtenu	40 voix
M. Richet —	26 —

En conséquence, M. Laveran a été déclaré élu.

La pathologie doit au nouvel académicien, d'habiles observations, notamment la découverte de l'hématozoaire de l'impaludisme, micro-organisme qu'il était extrêmement difficile de dépister et dont M. Laveran a eu le mérite d'établir la présence constante dans le sang des paludiques. Tous nos lecteurs savent à quels précieux résultats ont abouti en ces derniers temps les recherches expérimentales entreprises à la suite de cette importante constatation.

§ 2. — Nécrologie

Maxime Cornu. — Maxime Cornu, enlevé prématurément à la Science, avait de bonne heure manifesté des aptitudes remarquables pour les sciences naturelles. Né à Orléans, en 1813, il entra à l'École Normale en 1865, après de brillantes études. Reçu docteur en 1872, pendant qu'il occupait les fonctions de répétiteur de Botanique à la Faculté des Sciences (1869-1874), il fut nommé ensuite aide-naturaliste au Muséum, en 1874, et conserva ces fonctions jusqu'en 1884. C'est pendant cette période qu'il suppléa Brongniart, dans la chaire d'Organographie et de Physiologie végétales ; à la mort du titulaire, il fut chargé du cours pendant trois ans. En 1884, il fut nommé à la chaire de Culture du Muséum.

Les nombreux travaux de Maxime Cornu peuvent être divisés en deux séries, correspondant aux deux périodes de sa vie scientifique.

Dans la première série, jusqu'en 1884, date de sa nomination au Muséum, nous trouvons surtout des travaux de Cryptogamie. Cornu acquit rapidement, dans ce domaine encore peu exploré en France, une grande autorité ; sa thèse sur la monographie des Saprologéniées fut un coup de maître, et bien des botanistes d'âge mûr envieraient ce travail d'un débutant, récompensé par un prix à l'Institut. Rarement on a vu une plus riche moisson de faits nouveaux, associée à une aussi grande habileté d'observation. Il est fâcheux que le complément de ces belles recherches n'ait pas été publié, bien que les planches qui devaient illustrer le texte fussent prêtes.

Après la publication d'une série de Notes : sur les Chytridinées, dont il indiqua les affinités avec les Myxomycètes ; sur les Rouilles du Pin, de l'Avoine, des Malvacées, dont il vérifia le cycle évolutif, il fit paraître des études très intéressantes sur les Péronosporées. Il débuta par l'histoire du Meunier des Laitues ou *Bremia Lactucae*, et formula les procédés destinés à enrayer, dans les cultures maraîchères, cette redoutable affection. Vint ensuite l'histoire du *Peronospora* de la Vigne ou Mildiou, dont il signala le premier le grand danger pour nos vignobles ; bien qu'il n'ait pas indiqué de remède efficace, beaucoup de mécomptes eussent été évités si l'on avait écouté son cri d'alarme.

Sa nomination à la Commission du Phylloxera, comme délégué de l'Institut, lui fit entreprendre des recherches anatomiques et entomologiques dont les résultats, épars dans un grand nombre de Notes, ont été rassemblés en un Mémoire important.

S'il n'a pas élucidé toutes les phases de l'histoire du Phylloxera, il a laissé des documents précieux sur les lésions des racines, sur le rôle des formes ailées dans l'extension de la maladie.

Ces diverses études ne l'avaient pas empêché de se livrer à des travaux de Botanique systématique, et il a pris une part importante au classement de certaines collections du Muséum : Algues, Champignons, etc.

Lorsqu'il fut nommé, en 1884, professeur de Culture au Muséum, Cornu trouva, dans ce nouveau service, l'occasion de manifester toutes les ressources de son activité. Il eut d'abord à remettre en état, avec des crédits notoirement insuffisants, les jardins et les serres qu'un assez long interrègne avait laissés presque à l'abandon. Il fit résolument face aux difficultés de la tâche. La restauration des parterres avec des corbeilles à garnitures variables pour chaque saison; la constitution des collections de plantes d'ornement : Rosiers, Chrysanthèmes, Dahlias, furent, pour le public, les premiers signes visibles de sa gestion. L'établissement de relations permanentes avec les résidents, les colons et les missionnaires, fit affluer au Muséum des plants ou graines d'espèces nouvelles; il en surveilla le développement avec un soin jaloux, détermina, par l'étude approfondie de la graine, certaines espèces inconnues ou douteuses, et fit connaître les espèces ou les variétés susceptibles d'être répandues soit à titre ornemental, soit à titre alimentaire ou industriel.

Ces multiples occupations n'empêchaient point Cornu de chercher à étendre le cercle d'action du Muséum. Sans méconnaître le rôle de ce grand établissement comme instrument d'études et de collections, il eut le mérite de faire aux plantes utiles des colonies une place jusqu'alors trop exigüe, et il créa, le premier, un cours de Cultures coloniales. Ses efforts ne furent pas vains : depuis quelques années, un certain nombre de colonies, notamment celles de la Côte d'Afrique, ont reçu, par ses soins, des plantes importantes à divers titres, qui sont maintenant en pleine production.

En outre, il étendit et perfectionna le système d'échanges entre le Muséum et les jardins indigènes ou étrangers. Au catalogue annuel des graines, il ajouta, dès 1886, une liste de plantes vivantes nouvelles ou peu connues; et, à partir de 1887, un nouveau catalogue fut destiné aux divers établissements d'instruction. Tous ceux qui dirigent un jardin botanique, même modeste, ont pu apprécier l'importance de ces innovations.

On pourra juger, par cette courte et incomplète énumération, de l'œuvre accomplie par Maxime Cornu, et les regrets que sa fin prématurée laisse à ses amis seront partagés par tous ceux qui s'intéressent à la prospérité du Muséum.

L. Mangin,

Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

H.-A. Rowland. — Le savant éminent que la jeune école des physiciens américains considérait comme son chef vient de mourir à l'âge de 53 ans, alors que l'on pouvait attendre encore beaucoup de son esprit ingénieux et fécond et de sa remarquable activité. Dans la courte période de sa vie scientifique, embrassant moins de trente années, il a touché aux questions les plus diverses, apportant, dans tous ses travaux, une recherche rare de la perfection, un esprit fin et ingénieux, une hardiesse que n'arrêtaient pas les difficultés.

Rowland ne se mit aux études physiques qu'après être sorti de l'école, où son éducation avait été celle de l'ingénieur, et il semble que tous ses travaux, jusqu'aux derniers accomplis, aient gardé le rellet de la première voie qu'il avait suivie. C'est, en effet, un travers commun à toutes les écoles, d'envisager, dans une recherche de Physique, le résultat sans s'attacher suffisam-

ment aux moyens, de construire, de pièces et de morceaux, un appareil de premier jet, que l'on modifie ensuite d'une façon continue, et dont on ne fait un plan d'ensemble que lorsqu'il s'agit d'en donner la description dans une publication définitive. Ce n'est point ainsi que procède l'ingénieur. Pour lui, le résultat théorique est secondaire; l'objet principal est la construction, machine, pont, hangar, voie navigable ou carrossable. Il ne peut pas demander au public d'employer des trésors d'ingéniosité pour utiliser une route mal faite, comme le physicien s'impose à chaque instant des efforts qu'un peu plus de première préparation lui aurait souvent épargnés. Rowland avait importé dans la Physique des idées d'ingénieur, et c'est là peut-être surtout que git le secret de ses succès.

La première publication de Rowland date de 1872, et se rapporte au magnétisme du fer; il la compléta ultérieurement par des recherches sur le magnétisme du cobalt et du nickel. Il était déjà tout à fait de la jeune Ecole, et parlait de la *perméabilité magnétique* de ces métaux, expression très neuve, et que, dans les analyses qui parurent de ses travaux, on ne manquait pas de mettre entre guillemets. Nommé professeur à l'université Johns Hopkins, il obtint bientôt un de ces congés prolongés que la libérale organisation des universités américaines rend possibles, et qu'il vint passer dans le laboratoire de Helmholtz, récemment nommé à Berlin. L'illustre physicien était alors tourmenté par la vérification des idées de Weber sur le courant électrique, envisagé comme un transport réel de particules, ou comme une *convection*, ainsi qu'on désigne aujourd'hui ce phénomène. Les conséquences vérifiées des idées de Weber ne lui semblaient, en effet, pas suffisantes pour prouver l'exactitude du point de départ, car la même forme mathématique aurait pu être interprétée de bien des façons diverses. Mais il pensait que cette idée pourrait être mise à l'épreuve par la mesure de l'action électro-magnétique d'une charge réelle animée mécaniquement d'un mouvement rapide. M. Schiller avait fait déjà, sous la direction de Helmholtz, une expérience dans ce sens; mais le résultat avait été négatif. Le jeune professeur de Baltimore vint alors proposer un nouveau plan d'expériences, qui aboutirent, en 1876, au résultat classique connu sous le nom de *phénomène de Rowland*. Ce résultat eut une grande importance pour le développement ultérieur de la théorie des ions. On admit définitivement qu'une charge électrique en mouvement est assimilable à un courant, et on parvint de là pour expliquer, par le déplacement de charges entraînées par la matière, l'existence des rayons cathodiques, le phénomène de Leeman, certains phénomènes de l'aurore polaire, ceux que présentent les corps radioactifs, etc. Aujourd'hui, l'interprétation donnée par Rowland des déviations observées a été remise en question par les recherches de M. Crémieu; déjà, on avait relevé quelques contradictions, par exemple dans l'expérience de Hertz, suivant laquelle les rayons cathodiques, dans un tube à vide plat, n'exercent aucune action électro-magnétique appréciable sur l'extérieur, alors qu'on peut, à l'aide d'une boussole, dessiner les lignes de force telles qu'on les déduirait du calcul.

Il y a évidemment encore, dans les expériences de Rowland et dans celles de M. Crémieu, des conditions qui nous échappent; mais, les premiers résultats dusent-ils être abandonnés, que le développement de théories aujourd'hui encore fructueuses ne leur serait pas moins redevable d'un progrès très grand.

Ses recherches sur les diélectriques eurent moins de retentissement, bien que partant d'une idée théorique fort intéressante. Rowland pensait que les résidus diélectriques sont dus à l'orientation diverse des cristaux, et il en concluait qu'un cristal unique devait être absolument dépourvu de résidus. Il pensa en trouver la preuve dans le fait que les résidus sont considérables dans le verre, beaucoup moins dans le quartz, et inappréciables dans le spath d'Islande. Il

admettait ainsi que le verre est un corps formé d'une infinité de petits cristaux, le quartz un cristal souvent maclé; enfin il admit qu'il avait opéré sur un cristal unique de spath. Aujourd'hui, les idées se sont un peu modifiées; on possède une théorie satisfaisante des déformations résiduelles, et le résidu diélectrique se rattache si simplement à des modifications chimiques, à une électrolyse véritable, qu'il est à peine besoin d'y insister dans l'exposé de la théorie. Le quartz contient parfois des impuretés, de l'eau et de la soude notamment, et l'électrolyse n'y est pas invraisemblable. Cependant, il pourrait être intéressant de reprendre les expériences de Rowland avec du quartz fondu. Dans son idée, les résidus devraient être beaucoup plus importants, tandis que, dans celles qui prévalent aujourd'hui, ils devraient avoir à peu près disparu.

Depuis une vingtaine d'années, les recherches de Rowland furent moins guidées par des idées théoriques que par le désir d'arriver au maximum de la perfection dans la mesure considérée elle-même comme un but, comme s'il avait vu de bonne heure que la théorie est souvent décevante, et qu'il est du devoir de tout physicien doté de grands moyens, de fournir à la Science des données précises et qui resteront, pour un temps, indiscutables. Son premier travail de Métrologie fut une détermination de l'équivalent mécanique de la calorie par une méthode directe de consommation de travail dans un calorimètre, recherche exécutée de main de maître, et qui est, aujourd'hui encore, le document le plus certain que nous ayons sur cette constante fondamentale, obtenue sans l'intermédiaire de l'énergie électrique. Pour la première fois, Rowland annonça que la chaleur spécifique de l'eau diminue, lorsque la température augmente, jusque vers 30°, passe par un minimum, et remonte ensuite, donnée précieuse pour la calorimétrie et la thermochimie, ainsi que pour la théorie des nombreuses anomalies auxquelles l'eau est soumise.

Le propre d'une détermination bien faite est souvent d'admettre ultérieurement des corrections certaines. Il en fut ainsi du travail de Rowland, dont on put, récemment, améliorer un peu le résultat à la suite des progrès réalisés en Thermométrie, en rectifiant ses mesures de températures par une comparaison de ses thermomètres avec des étalons issus du Bureau international des Poids et Mesures. Il est très remarquable que le résultat obtenu directement par Rowland présente un accord presque parfait avec celui des mesures exécutées par les procédés électriques. Cette concordance constitue une vérification précieuse pour l'ensemble de ces dernières, dont la précision a plus que doublé depuis une vingtaine d'années.

La plus fondamentale des mesures électriques est celle de l'ohm; Rowland y consacra aussi un important travail, avec M. Kimball, et le résultat qu'ils donnèrent passe pour l'un des meilleurs de ceux, très nombreux, qui se sont accumulés en vue de la Conférence des Electriciens, de 1884.

Dans la décade qui suivit, Rowland s'adonna aux travaux d'Optique, et, reprenant la question par l'origine, commença par perfectionner extraordinairement l'outillage des spectroscopistes, en confectionnant les merveilleux réseaux de très grande étendue, et d'une perfection inconnue jusque là, au moyen desquels toutes les bonnes mesures en Optique — à l'exception de celles mettant en jeu les procédés interférentiels directs — ont été exécutées dans ces dernières années. Par l'étude approfondie du métal des réseaux, par la construction d'une vis très parfaite, d'un tracelet à longue marche rectiligne, par la réalisation d'un ensemble de précautions nécessaires à observer, Rowland arriva à couvrir des surfaces supérieures à un décimètre carré de lignes parallèles, à raison de cinq cents ou plus au millimètre, tracées sur des surfaces planes ou concaves, et donnant des spectres d'une pureté et d'un éclat incomparables.

Tout naturellement, il fut le premier à se servir d'un outillage aussi parfait, et détermina un très grand

nombre de raies soit dans le spectre de l'arc, soit dans le spectre solaire, constituant ainsi un document de référence de premier ordre, auquel on rapporte aujourd'hui les longueurs d'onde inconnues. Avec les travaux classiques d'Angström et de M. Thalén, le spectre de Rowland constitue le document métrologique le plus complet que l'on possède sur la distribution des raies identifiées. Il convient de dire, cependant, que, en ce qui concerne les longueurs d'onde absolues, les nombres peuvent être déjà un peu améliorés en tenant compte des recherches exécutées au Bureau international par M. Michelson. La méthode plus directe employée dans ces mesures ne fait intervenir aucune difficulté théorique, et permet d'arriver par des procédés interférentiels jusqu'au mètre, tandis que la méthode des réseaux oblige à faire une détermination sur une longueur moindre pour connaître la constante de l'instrument, et laisse un peu plus d'incertitude sur le résultat. En fait, la divergence entre les nombres de Rowland et ceux de M. Michelson est un peu plus grande qu'on aurait pu s'y attendre, étant donné la grande habileté du physicien de Baltimore; elle nous confirme dans l'idée que l'exécution d'une mesure de longueur est, en réalité, hérissée de plus de difficultés qu'on ne le croit communément. De plus, le rapport des longueurs d'onde mesurées du rouge au violet varie un peu, ce qui pourrait faire croire à une imperfection encore ignorée dans la théorie des réseaux. C'est là un point délicat, et auquel il conviendrait de consacrer une étude approfondie.

Cette vie si bien remplie, la perfection des travaux dans tous les domaines avaient donné à Rowland une situation importante aux Etats-Unis et dans le monde entier. Ayant appliqué une critique serrée à ses propres travaux, il avait pour ses résultats une estime très naturelle et très légitime, et les défendait, avec une certaine véhémence, du procédé des moyennes, ce qui l'a fait accuser de manquer de modestie. Lui, au contraire, après avoir considéré comme un premier devoir l'exécution irréprochable d'un travail, pensait que le second était d'en assurer le bénéfice à la science, en le gardant du mélange; il y fallait sans doute plus de courage que de présomption, car Rowland ne pouvait ignorer que, si la seconde impression devait être l'admiration, le premier sentiment serait de sourire.

§ 4. — Chimie

Théorie de la dureté des métaux et des alliages. — M. C. Benedicks vient de donner une explication très simple et très élégante de la cause qui détermine le degré plus ou moins grand de la dureté des métaux et des alliages. Si son hypothèse est fondée, elle aura une importance qui n'échappera à personne, puisqu'elle permettra de faire prévoir quels sont les alliages qui doivent offrir le maximum de dureté.

Le point de départ de cette théorie est l'application aux métaux de la loi des gaz d'Avogadro. — La pression des gaz croît proportionnellement au nombre des molécules, pour des volumes égaux et à la même température. — Cette loi, appliquée tout d'abord à un métal pur privé de tout alliage signifie: « La pression H exercée dans un métal par ses molécules croît proportionnellement au nombre de ces molécules, pour des volumes égaux et à la même température, ou encore: »

$$H = \text{const.} \times \frac{\text{poids spécifique}}{\text{poids atomique}}$$

Quel est l'effet de cette pression sur les propriétés du métal?

M. Benedicks répond: Cette pression a pour effet de donner au métal une dureté d'autant plus grande que cette pression est plus élevée. En d'autres termes: les

valeurs des coefficients de la dureté et de la pression internes sont égales, à une constante près. On peut donc, dans l'égalité qui précède, remplacer Δ par Δ , coefficient de dureté, et écrire :

$$\Delta = \text{const.} \times \frac{\text{poids spécifique}}{\text{poids atomique}}$$

Effectivement, cette égalité se vérifie avec une très grande approximation, comme le prouve le tableau suivant dressé par M. Benedicks. Dans ce tableau, les coefficients de dureté ont été empruntés à Bottone (1893)² et les rapports $\frac{\text{poids spécifique}}{\text{poids atomique}}$ ont été désignés sous le nom de *concentrations atomiques*.

TABLEAU I. — Coefficients de dureté et concentrations atomiques.

	POIDS spécifiques	POIDS atomiques	COEF- FICIENTS de dureté (observés)	CONCENTRA- TIONS atomiques (calculées)
Mn.	8,01	55,0	0,1436	0,1437
Co.	8,5	58,8	0,1450	0,1446
Ni.	8,8	58,8	0,1410	0,1408
Fe.	7,7	56,0	0,1375	0,1375
Cu.	8,66	63,4	0,1360	0,1364
Pd.	11,8	106,6	0,1200	0,1107
Pl.	21,5	197,1	0,1107	0,1090
Zn.	7,0	65,2	0,1077	0,1077
In.	7,28	74,0	0,0984	0,0983
Au.	19,3	197,0	0,0979	0,0980
Ag.	10,4	108,0	0,0990	0,0963
Al.	2,25	27,4	0,0821	0,0821
Cd.	8,6	112,0	0,0760	0,0868
Mg.	1,74	24,0	0,0726	0,0726
Sn.	7,2	118,0	0,0651	0,0619
Tl.	11,86	204,2	0,0563	0,0574
Pb.	11,38	207,0	0,0570	0,0550
Na.	0,93	23,3	0,0400	0,0401
Ca.	1,58	40,0	0,0405	0,0394
K.	0,85	39,1	0,0230	0,0221
C (diamant). . .	3,5	12,0	0,3010	0,2417

Ainsi, pour les corps simples : *La dureté est proportionnelle à la concentration atomique.*

Cette théorie, appliquée non plus aux corps simples, mais aux alliages, est encore plus intéressante au point de vue pratique. M. Benedicks, s'appuyant sur les travaux de MM. Le Chatelier, Osmond, Sorby, etc., considère les alliages comme des solutions solides constituées, suivant les cas, par des combinaisons métalliques dissoutes dans un excès de métal, ou par un des métaux dissous dans un excès de l'autre. Ici, *la dureté de l'alliage est proportionnelle à la pression osmotique de l'élément dissous.*

Considérons, par exemple, le fer électrolytique; il contient, comme on sait, un peu d'hydrogène dissous, 0,028 % d'après une analyse de Cailletet. Cette quantité d'hydrogène, malgré sa petitesse, donne cependant au fer une dureté très grande; c'est qu'en effet, les 0 gr. 028 d'hydrogène contenus dans 100 gr. de fer représentent un nombre d'atomes d'hydrogène précisément égal au nombre d'atomes que représentent 0 gr. 34 de carbone, et on sait qu'un acier à 0,34 % de carbone est un acier très dur. A la vérité l'acier, contient le carbone sous des états tellement différents (C, F²C, etc.) qu'il est généralement très difficile d'évaluer sa dureté d'après sa teneur en carbone.

Autre exemple : l'expérience montre qu'à teneurs égales le chrome rend le fer plus dur que ne le fait le wolfram, ce qui est tout à fait conforme à la théorie de

M. Benedicks puisque la pression osmotique exercée par le chrome est plus de trois fois plus grande que celle exercée par le wolfram, les poids atomiques de ces éléments étant respectivement 52,1 et 184.

De même, l'aluminium (poids atomique, 27,1) rend le cuivre plus dur que ne le rend l'étain (poids atomique, 118,5).

Ainsi, la dureté des alliages, qui dépend de la pression osmotique, est d'autant plus grande que la concentration moléculaire est plus grande, mais à condition que *toutes les molécules soient véritablement dissoutes dans le métal.* Le wolfram et le chrome, qui ont des poids atomiques très supérieurs au carbone, donnent cependant des alliages plus durs que les aciers parce qu'ils sont plus solubles dans le fer que le carbone. Parmi les alliages cuivre-étain, les plus durs sont ceux qui contiennent 9 % et 35 % d'étain; ce sont précisément ces alliages qui, d'après les photographies micrographiques de Guillemain et d'Osmond, présentent seuls des aspects homogènes. On voit par ces exemples que la pression osmotique ne peut exister que s'il y a dissolution parfaite, et alors seulement la dureté sera proportionnelle à la concentration moléculaire du corps qu'on a introduit dans l'alliage.

A. HOLLARD.

Chef du Laboratoire central
de la Compagnie française des Métaux.

§ 3. — Sciences médicales

Les Helminthes comme agents inoculateurs des Bactéries. — On sait maintenant qu'un certain nombre de maladies sont inoculées par des parasites assez inoffensifs en eux-mêmes : la malaria, la filaire du sang, peut-être la fièvre jaune, par les Moustiques; le trypanosome de la Nagana par la Mouche Tsé-tsé, etc. ; il se pourrait que les parasites intestinaux du groupe des Nématodes, considérés jusqu'ici comme n'ayant aucune importance pathogène, jouent un rôle du même ordre. A l'état normal, l'épithélium intestinal oppose une barrière infranchissable à la flore bactérienne hébergée dans l'intestin; mais si cet épithélium vient à être éraillé, déchiré par un Helminthe fixé à la paroi, comme un Ascaris, un Trichocéphale, la plaie peut s'infecter, et les bactéries inoculées par le parasite produiront, suivant les cas, une entérite, une appendicite, un simple abcès, voire une péritonite; dans nos pays, comme le bacille typhique est l'un des plus abondants, il en résulte que les parasites intestinaux ouvrent surtout la porte à la fièvre typhoïde; mais, dans d'autres pays, ils produisent l'inoculation de la dysenterie ou du choléra.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Croisière en Finlande : Livres à lire. — La bibliographie des ouvrages relatifs à la Finlande est singulièrement réduite lorsque l'on en exclut les livres écrits soit en finnois, soit en suédois. Nous ne croyons devoir mentionner aucun de ceux-ci, la connaissance des langues finnoise et suédoise étant fort rare en France. Nous indiquerons donc seulement ici quelques livres et brochures écrits en français et aussi quelques volumes en allemand ou en anglais. Pour ces derniers, nous donnons entre parenthèses, selon notre habitude, la cote sous laquelle ils sont classés à la Bibliothèque Nationale de Paris.

I. — GÉNÉRALITÉS. — GÉOGRAPHIE. — GÉOLOGIE.
VOYAGES. — GUIDES.

ÉLISÉE RECLUS : *Nouvelle Géographie universelle*, t. V : *L'Europe scandinave et russe*. Paris, Hachette, 1880, gr. in. 8° p. 317-356.

² BOTTONE. *Chem. News*, xxvii, 215, 1873.

¹ GIHART : Rôle pathogène de l'Ascaride lombricoïde, *Arch. de Parasitologie*, III, 1900, p. 70. — Le Trichocéphale et

BEAUVOIS : *Finlande*. (Article de 26 colonnes, suivi de nombreuses indications bibliographiques d'ouvrages en suédois et en finnois relatifs à la Finlande, dans la *Grande Encyclopédie*, t. XVII, Paris, Lamirault, 1895.)

Notices sur la Finlande, publiées à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris en 1900, Helsingfors, 1900, in-8°.

La Finlande au dix-neuvième siècle. Imprimerie F. Tilgmann, Helsingfors, 1900, in-4°.

Fennia Bulletin de la Société de Géographie de Finlande. — On y trouvera de nombreux travaux sur la géographie, la géologie, l'hydrographie, etc., de la Finlande, souvent accompagnés, lorsqu'ils sont en langue suédoise, d'un résumé en allemand ou en français (8° M. 8309).

Commission géologique de la Finlande. — Catalogue d'une collection de cartes géologiques, roches, etc. exposée à l'Exposition universelle internationale de 1900 dans le pavillon finlandais, suivi d'un aperçu de la géologie de la Finlande, etc. Helsingfors, 1900, broch. in-8°.

Atlas de Finlande, avec texte, publié par la Société de Géographie de Finlande, Helsingfors, 1869. — Atlas in. fol. et texte in-8° (en français).

DR IGNATIUS : *Le Grand-duché de Finlande. Notes, Statistiques*. Traduit du suédois par G. BIAUDET. Helsingfors, 1876, in-8°.

XAVIER MARMIER : *Lettres sur la Russie, la Finlande et la Pologne*. Paris, Delloye, 1843, 2 vol. in-12.

E. GALITZIN : *La Finlande. Notes recueillies en 1848, pendant une excursion de St-Petersbourg à Tornea*. Paris. Bertrand, 1852, 2 vol. in-8°.

P. DU CRAILLU : *Le pays du Soleil de minuit. Voyage d'été en Suède, en Norvège, en Laponie et dans la Finlande septentrionale*. Paris, 1882 et 1884, gr. in-8°.

L. LÉOUZON LE DUC : *Souvenirs et impressions de voyage dans les pays du nord de l'Europe : Suède, Finlande, Danemark, Russie*. Paris, 1886, in-8°.

LÉON DE ROSNY : *Le pays des dix mille laes. Quelques jours de voyage en Finlande*. Paris, 1886, in-8°.

CH. RABOT : *Am Cap Nord. Histoires en Norvège, Suède, Finlande*. Paris, Hachette, 1898, in-16.

HENRI JOLY : *A travers l'Europe. Enquêtes et Notes de voyage. En Finlande,...* etc. Paris, Lecoffre, 1898, in-18.

E. WESTERMARCK : *La Finlande* (Revue internationale de Sociologie). Paris, 1897, in-8°.

LÉOUZON LE DUC : *Les îles d'Åland*. Paris, Hachette, 1854, in-12.

W. RAE WILSON : *Travels in Russia, Poland and Finland*. Londres, 1828, 2 vol. in-8°.

MRS. A. TWEEDIE : *Trough Finland in carts*. Londres, Black, 1897, in-8°. (8° M. 10188).

TOPELIUS : *Aus Finland*. Gotha, 1888.

G. RETZIUS : *Finland. Schilderungen aus seiner Natur, seiner alten Kultur und seinen heutigen Volksleben*. Uebersetzung von C. Appel. Berlin, 1883, in-8°. 8° M. 4290.

FRANK VINCENT : *Norsk Lapp and Finn, or Travel Tracings from the far north of Europe*. With route map... Londres, 1881, in-8°. 8° G. 1192.

Handbook for travellers in Russia, Poland and Finland (Guide Murray). Londres, 1893, in-16. (8° M. 8234).

BEDECKER : *Russie*. Leipzig, 1897, in-16.

II. — FAUNE ET FLORE.

Societas pro fauna et flora fennica. Meddelanden (Comptes rendus publiés depuis 1876). Helsingfors, in-8°. (8° S. 5895).

REUTER ET MELA : *Finlands Fiskar... The Fishes of Fin-*

land, drawn and coloured from life by Gösta Sundman. With text. En suédois et anglais. Helsingfors, 1883-93, in-fol. Fol. S. 650).

JOHN-CROUMBIE BROWN : *Finland, its forests and forest management*. Edinburgh, 1883, in-8°. 8° S. 3757.

III. — POPULATION. — MYTHOLOGIE. — ANTIQUITÉS. — USAGES POPULAIRES.

O. M. REUTER : *La Finlande et les Finlandais. Itinéraire descriptif*. Helsingfors, 1889, in-12.

FR. RÜHS : *Finland und seine Bewohner*. Leipzig, 1809.

DR IGNATIUS : *enseignements sur la population de la Finlande*. Helsingfors, 1869, in-8°.

A.-O. HEIKEL : *Ethnographische Forschungen auf dem Gebiete der finnischen Völkerschaften*. Helsingfors, s. d., in-8°. 8° Z. 14567.

J.-H. MULLER : *Der uralische Volkstamm*. Berlin, 1837-39, 2 vol.

HALLSTEN : *Crânes des peuples finnois*. Helsingfors.

ZABOROWSKI : *Sur quelques crânes finnois anciens, les peuples finnois actuels et les origines finnoises*. Paris, 1886, brochure in-8°.

STEPHEN SOMMIER : *Due comunicazioni fatte alla Società d'antropologia sui Lapponi e sui Finlandesi settentrionali*, s. l., 1886, in-8°. (8° M. 6639.)

M.-A. CASIREN : *Vorlesungen über die finnische Mythologie*. Saint-Petersbourg, 1833, in-8°. (M. 18725.)

J.-R. ASPELIN : *Antiquités du Nord finno-ougrien*. Helsingfors (Paris, Klincksieck), 1884, in-4°.

Antiquités du Nord finno-ougrien. Traduction française par G. BIAUDET. Helsingfors, 1880-84, in-fol. Fol. M. 34.

L. SCHREDER : *Die Hochzeitsbräuche der Esten und einiger anderer finnisch-uralischer Völkerschaften in Vergleichung mit denen der indogermanischen Völker*. Berlin, Asher, 1888, in-8°. (8° M. 5897.)

Aux pays du Nord. Contes scandinaves et finlandais, trad. par M^{me} F. DE LYSLE. Paris, Tailliu-Lefort, 1896, in-16.

M^{me} F. DE LYSLE : *Aux pays des mille laes. Scènes de la vie rurale en Finlande*. Paris, Picard et Kahn, 1898, in-8°.

L'Association des Femmes Finlandaises, 1884-1900. Imprimerie de la Société littéraire finnoise, Helsingfors, 1900, in-8°.

L'Union, Association pour la revendication des droits de la Femme en Finlande, années 1892-1900. Imprimerie du Päivälehti, Helsingfors, 1900, in-8°.

IV. — HISTOIRE. — QUESTION DES NATIONALITÉS.

LÉOUZON LEDUC : *La Finlande, son histoire primitive, sa mythologie, sa poésie épique, avec la traduction complète de sa grande épopée: « le Kalewala »*, son génie national, sa condition politique et sociale depuis la conquête russe. Paris, Labitte, 1843, 2 vol. in-8°.

M.-G. SCHYBERGSSON : *Finlands historia*, Helsingfors, 1887-1889, 2 vol. in-8°.

M.-G. SCHYBERGSSON : *Geschichte Finnlands. Deutsche Bearbeitung von Fritz Arnhem*. Gotha, Perthes, 1896, in-8°. (8° G. 24.)

KOSKINEN : *Finnische Geschichte*. Leipzig, 1874.

A. MEURMAN : *La Finlande d'autrefois et d'aujourd'hui*. Helsingfors, 1890, in-8°. (8° M. 7623.)

ORDIN : *Die Unterwerfung Finnlands durch Russland*. Saint-Petersbourg, 1889, 2 vol. in-8°.

J.-R. DANIELSON : *Finlands Vereinigung mit dem russischen Reiche*. (Traduit du suédois.) Helsingfors, 1891, in-8°. (8° M. 7601.)

L. MECHELIN : *Das Staatsrecht des Grossfürstentums Finland*. Fribourg-en-Brisgau, 1889, 4 vol.

EDW. HISINGER : *On the validity of the fundamental laws of Finland*. Stockholm, 1892, in-8°. (8° M. 8479.)

- HERMANSON : *Ein Beitrag zur Beurteilung der staatsrechtlichen Stellung des Großfürstentums Finnland*. Die wichtigsten Ergebnisse der Schrift von Professor Dr. R. Hermanson : « Finlands statsrättsliga ställning. » Leipzig, 1900, in-8°.
- Das Recht Finnlands und Seine Wehrpflichtfrage. Eine kurze aktenmassige Betrachtung von einem Finnlandischen Juristen*. Leipzig, 1900, in-8°.
- J.-R. DANIELSON : *Die noraische Frage in den Jahren 1746-1751*. Mit einer Darstellung russisch-schwedisch-finnischer Beziehungen 1740-1743. Helsingfors, 1888, in-8°. (8° M. 6124.)
- DANILEWSKY : *Geschichte der Kriege in Finnland 1808-1809*. Riga, 1840.
- J. KEIT : *Journal du général J. Keit pendant la guerre en Finlande*. Helsingfors, 1886, in-8°. (8° M. 4886.)
- MAX BUCH : *Finland und seine Nationalitätenfrage*. Stuttgart, 1883, in-8°. (8° M. 3148.)
- L. MECHELIN : *La question finlandaise (Revue politique et parlementaire)*. Paris, 1898, in-8°.
- Colonel BECKER : *La Finlande indépendante et neutre*. Paris, Nilsson, 1880, in-8°.

IV. LÉGISLATION.

- L. MECHELIN : *Précis du droit public du Grand-Duché de Finlande*. Helsingfors, 1886, in-8°. (8° F. 4760.)
- Code pénal de Finlande du 19 décembre 1899*. Traduit de l'original suédois par Ludovic BEAUCHEM. Nancy, 1890, in-8°.
- R. D'OLIVECRONA : *Sur l'expérience obtenue par la suppression de la peine de mort dans le Grand-Duché de Finlande pendant les 56 dernières années*. Paris, 1882, brochure in-8°.
- Code maritime de Finlande*, suivi de l'ordonnance du 13 avril 1874 concernant le commandement des navires. Helsingfors, 1877, in-8°. (8° E. 284.)
- Dr A-PALMBERG : *Organisation et législation sanitaires de la Finlande*. Paris, 1887, brochure in-8°.

V. — LANGUE. — LITTÉRATURE. — PRESSE.

- C.-N.-E. ELIOT : *A finnish grammar*. Oxford, 1890, in-16. (8° X. 10021.)
- M. WELLEWILL : *Praktische Grammatik der finischen Sprache für den Selbstunterricht*. Mit Lese-stücken, Gesprächen und Wörterbuch. Vienne, s. d., in-16. (8° X. 4771.)
- C.-E. DE UJFALVY : *Principes de phonétique dans la langue finnoise*, suivis d'un essai de traduction d'un fragment du *Kalevala*. Paris, 1876, in-8°.
- A. MEURMAN : *Dictionnaire Français-finnois*. Helsingfors, 1877, in-8°. (8° Z. 1262.)
- Le Kalevala*, ÉPOPÉE NATIONALE DE LA FINLANDE ET DES PEUPLES FINNOIS. (Traduit et annoté par L. LÉOUZON LÉDUC.) Tome 1^{er} : L'ÉPOPÉE. Paris, Libr. internat., 1876, in-8°.
- A. GEFFROY : *La Finlande et le Kalevala (Revue des Deux Mondes, 15 janvier 1871)*. — Runeberg

- (*Ibid.*, 1^{er} septembre 1854 et 1^{er} juillet 1862). — *Les récits de l'enseigne Stael et le poète Runeberg (Ibid.*, 1^{er} septembre 1857). — *La presse et la littérature en Finlande (Ibid.*, 1^{er} décembre 1860.)
- XAVIER MARMER : *De la Poésie finlandaise (Revue des Deux Mondes, 4^{er} octobre 1842)*. — *Runeberg (Ibid.*, 1^{er} avril 1839.)
- P. PONNELLE : *Étude sur la Finlande littéraire. Le Roi des poètes finlandais*. Beaune et Paris, Nilsson, 1879, broch. in-8°.
- E.-G. PALMÉN : *L'œuvre demi-séculaire de la Société de littérature finnoise et le mouvement national en Finlande de 1831 à 1881*. Helsingfors, 1882, in-8°. (8° Z. 2057.)
- La presse périodique de la Finlande*. Helsingfors, 1900, broch. in-8°.

VI. — INSTRUCTION PUBLIQUE.

- Aperçu statistique de l'état des écoles publiques en Finlande pendant l'année scolaire 1898-1899*. Suivi d'une notice sur les écoles privées. — Par l'Administration centrale des écoles. Helsingfors, 1900, broch. in-4°.
- CARL HINTREGER : *Die Volksschulhauser... in Finland...* Darmstadt, 1895, gr. in-8°. (4° V. 1866.)
- L'Enseignement secondaire et primaire en Finlande*. Imprimerie Centrale. Helsingfors, 1900, in-8°.

VII. — AGRICULTURE. — INDUSTRIE. — COMMERCE. — NAVIGATION.

- Dr GÖSTA GROENFELT : *L'Agriculture en Finlande vers la fin du dix-neuvième siècle*. Helsingfors, 1900, in-8°.
- La pêche en Finlande*. Imprimerie Centrale, Helsingfors, 1900, in-8°.
- A. BASCHMAKOW : *La question de la prospérité finlandaise et ses causes (Revue politique et parlementaire)*. Paris, 1897, in-8°.
- N. DE MERDER : *Tarif pour les marchandises importées de Finlande*. Saint-Petersbourg, 1898, in-8°. (8° M. 10626.)
- Aperçu général du développement de l'activité industrielle en Finlande*. Helsingfors, 1900, in-8°.
- Aperçu du développement de l'institution du pilotage et des phares de Finlande avec Catalogue des objets exposés à l'Exposition Universelle de Paris 1900*. (Administration générale du pilotage et des phares de Finlande). Helsingfors, 1900, broch. in-8°.
- Pilotage et phares de Finlande*. — Rapport sur les travaux opérés par les vapeurs-brise-glace de l'Etat pendant les hivers de 1890-1899. Helsingfors, 1900, broch. in-4°.
- ERNEST FR. ANDERSEN : *Tableaux statistiques de l'Administration générale du Pilotage et des Phares, en Finlande*. Helsingfors, 1900, in-4°.

LA PRESSION OSMOTIQUE EN PHYSIOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE : SANG ET LYMPHE

L'étude de la tension osmotique date de la découverte des cloisons semi-perméables. Ce fut Traube qui, guidé par des raisons de nature toute physiologique, découvrit ces dernières et détermina le premier leurs propriétés.

Il est superflu de refaire ici l'histoire de cette mémorable découverte, ni d'analyser dans leurs détails les conséquences si importantes qui en résultèrent pour la physique et la chimie des solutions. La *Revue générale des Sciences* a consacré à ce sujet plusieurs articles¹, dont un du fondateur lui-même de la théorie nouvelle des solutions, Van t' Hoff². Il est cependant indispensable, pour la bonne intelligence des faits d'osmose, d'étudier d'un peu près les notions qui sont acquises en Chimie sur les propriétés des membranes semi-perméables chimiques, avant de passer à l'étude des phénomènes vitaux. Car un grand nombre d'interprétations fausses énoncées en Biologie proviennent d'une connaissance incomplète des conditions du phénomène chimique lui-même.

I. — NATURE DES PHÉNOMÈNES OSMOTIQUES

Traube établit d'abord que les parois semi-perméables, dont il obtint la première en mettant en contact les solutions de deux colloïdes qui se précipitent, le tannin et la gélatine, sont imperméables aux membranogènes, c'est-à-dire aux substances dont la combinaison produit la membrane; à condition toutefois que les deux faces de la membrane restent baignées d'une solution des membranogènes.

Mais cette imperméabilité n'est pas limitée aux membranogènes seuls. Ainsi, d'après Traube, la membrane de tannate de gélatine serait aussi imperméable au ferro-cyanure de potassium, tandis que celle de ferro-cyanure de cuivre ne se laisserait traverser ni par les sulfates alcalins, ni par le chlorure et le nitrate de baryum, qui passent tous très facilement au travers du tannate de gélatine.

Autant de membranes, autant de conditions de perméabilité différentes : constatations des plus importantes, comme on le verra plus loin.

D'après Traube, ce qui déciderait du passage ou

du non-passage d'une substance quelconque au travers d'une paroi donnée, ce serait la grosseur de ses molécules. Chaque cloison était supposée percée d'une multitude de pores, qui étaient évidemment plus petits que le diamètre de la molécule des membranogènes, mais toujours plus larges que la molécule d'eau. Une molécule quelconque n'arrivait à traverser les pores qu'à condition d'être plus petite qu'eux.

Cette explication toute mécanique du phénomène a dû être rejetée à la suite des constatations de Tammann, portant sur la perméabilité de diverses cloisons vis-à-vis d'un grand nombre de substances organiques. Ce qui décide de la pénétration, c'est, d'après Tammann, une affinité spéciale de la substance en dissolution pour le colloïde hydraté qui constitue la membrane : affinité de même nature que celle qui décide de la solubilité ou de la non-solubilité d'une substance dans un dissolvant.

D'après Tammann, le phénomène est absolument de même ordre que celui observé par Lhermitte. Ce savant, ayant superposé dans un cylindre de l'éther, de l'eau et du chloroforme, avait vu l'éther descendre à travers l'eau vers le chloroforme, ce qu'il expliquait par la plus grande solubilité de l'éther que du chloroforme dans l'eau.

Nernst a décrit une variante de cette expérience plus démonstrative encore. L'eau dissout l'éther et non le benzol. Si donc on sépare du benzol et de l'éther par une couche d'eau, il devra se produire une absorption de l'éther par le benzol. Pour rendre l'expérience possible, il faut donner à l'eau un substratum solide; un morceau de vessie sert à cet effet. On remplit d'une solution de benzol dans de l'éther saturé d'eau un osmomètre (entonnoir à tube long et mince, sur l'orifice large duquel est lié un morceau de vessie bien imbibé d'eau) et l'on plonge l'instrument dans de l'éther saturé d'eau. Il se produit très rapidement une ascension du liquide dans le tube de l'osmomètre, indiquant que l'éther extérieur pénètre dans l'appareil.

Comme on le sait, la première mesure de la force avec laquelle se fait la pénétration d'un dissolvant dans un osmomètre contenant une solution d'une substance dans ce dissolvant, a été faite par Pfeffer. Ce botaniste imagina de donner comme soutien à la membrane de ferro-cyanure de cuivre la paroi poreuse d'un vase de faïence déglorifiée. Au moyen d'un pareil osmomètre, qui est imperméable au saccharose, Pfeffer détermina la force osmotique de

¹ ETARD : *La constitution des solutions étendues*, 1893.

MASSART : *La pression osmotique et la physiologie de la cellule*, t. II, p. 69, 1891.

HAMBERGER : *Sur une propriété nouvelle des hématies*, 1893.

² VAN T' HOFF : *La pression osmotique au point de vue physiologique, physique et chimique*, t. IV, p. 783, 1893.

diverses solutions sucrées. Les résultats sont trop connus pour être exposés ici.

Comme on le sait, ils forment, avec les déterminations opérées par de Vries sur des cellules végétales, la base expérimentale sur laquelle Van t' Hoff édificia la théorie cinétique de la pression osmotique.

La mesure directe de la pression osmotique d'une solution donnée est une opération très malaisée. Aussi n'est-elle jamais effectuée dans les travaux courants tant des physiciens que des biologistes. On recourt habituellement à des procédés indirects, dont deux sont basés sur les travaux de Raoult sur le point de congélation et la tension de vapeur des solutions. Ces valeurs sont dans un rapport simple avec la pression osmotique des solutions et un calcul facile les dérive les unes des autres.

On peut énoncer ces rapports, en disant que des solutions équimoléculaires de diverses substances dans un même dissolvant ont même tension osmotique, même tension de vapeur et même point de congélation.

Ceci étant connu, il est utile d'analyser de plus près l'équilibre existant entre deux solutions non pénétrantes séparées par une cloison semi-perméable. Pour prendre un exemple concret, soient deux solutions dans l'eau : l'une de sucre, l'autre de sulfate de magnésie, séparées par la paroi de ferrocyanure de cuivre. Si les solutions ne sont pas isotoniques, il y aura immédiatement passage d'eau de la moins concentrée vers l'autre et ce mouvement ne pourra s'arrêter que lorsque les deux liquides auront même pression osmotique, autrement dit quand l'eau, des deux côtés de la membrane, présentera une même tension de vapeur.

Et comme Tammann le fait remarquer, il est également nécessaire, pour qu'il y ait équilibre, que la tension de vapeur d'eau soit, dans l'épaisseur de la membrane, égale à celle des solutions. Une membrane de ferrocyanure de cuivre, séparant deux solutions isotoniques non-pénétrantes, est donc elle-même en équilibre osmotique avec ces solutions, ce qui ne peut s'effectuer, puisqu'elle est imperméable aux molécules salines, que par la perte d'une partie de son eau d'imbibition. Au point de vue biologique, cette analyse du phénomène a son importance, en ce qu'elle montre qu'une paroi semi-perméable (morte ou vivante) peut être en équilibre osmotique avec un liquide très salin et pourtant ne contenir elle-même aucune molécule de sel.

Avant de quitter le terrain des faits de Chimie pure, il est intéressant de dire encore quelques mots des substances dissociées électrolytiquement. Ostwald, se plaçant au point de vue de l'ancienne théorie de Traube, d'après laquelle la pénétration ou la non-pénétration étaient fonction de la taille

des molécules, l'avait étendue aux produits de la dissociation électrolytique des molécules, aux ions.

Puisque, dans une solution diluée de chlorure potassique, la majeure partie de cette substance se trouve à l'état dissocié, ce qui conditionnera le passage du chlorure potassique au travers d'une membrane semi-perméable, ce sera moins la taille de la molécule non dissociée que celle de ses ions. D'après Ostwald, il faut donc, pour que le chlorure potassique passe, que les ions K^+ et Cl^- soient pénétrants. Si l'un de ceux-ci, le K^+ par exemple, ne traverse pas, il retiendra l'autre en raison de sa charge électrique de nom contraire, à moins que du même côté de la membrane n'existe un autre ion électro-positif pénétrant qui puisse accompagner l'ion Cl^- à travers la cloison ou qu'il y ait de l'autre côté de celle-ci un ion électro-négatif également pénétrant, qui ferait la traversée en sens inverse.

Ces vues toutes théoriques d'Ostwald ne furent pas confirmées ni par Tammann, ni par Walden. Ces deux auteurs arrivent à la conclusion que, pour ce qui concerne les cloisons de tannate de gélatine et de différents ferro-cyanures, les ions ne semblent habituellement pas être les agents déterminants de la pénétration ou de la non-pénétration des substances qu'ils constituent. Conclusion d'autant plus remarquable qu'elle est en désaccord avec les résultats obtenus en Physiologie.

II. — LE SANG AU POINT DE VUE OSMOTIQUE.

La première application des données physiques sur la pression osmotique à l'étude de cellules d'origine animale date des travaux de Hamburger sur les globules rouges. Cet auteur a résumé lui-même, dans cette *Revue*, les résultats de ses recherches à ce sujet¹, ce qui permettra d'abrégier l'exposé.

Hamburger constata que les globules rouges nucléés ou non-nucléés de différents Vertébrés se comportent, dans diverses solutions salines, comme si leur paroi était imperméable aux sels de ces solutions. De sorte qu'ils gonflent dans des solutions salines diluées et se ratatinent au contraire dans des solutions concentrées, le mouvement d'expansion ou de rétrécissement ne s'arrêtant que lorsque l'équilibre osmotique est atteint entre le liquide extérieur et le suc intraglobulaire. Si la dilution du liquide extérieur est portée au delà d'une certaine limite, le gonflement des globules devient tel, à un moment donné, qu'ils éclatent et laissent échapper leur contenu coloré dans le milieu ambiant. Ce phénomène sert de

¹ HAMBURGER: *Revue générale des Sciences*, t. IV, p. 33, 1893.

réaction limitée à Hamburger, pour étudier la valeur de la pression osmotique des globules et des liquides qui les baignaient. En employant des solutions de différents sels de métaux alcalins ou alcalino-terreux, il constata d'abord que, pour les substances de même coefficient isotonique, les concentrations correspondant à la limite de la globulolyse sont équi-moléculaires. Les valeurs calculées des coefficients isotoniques concordaient d'ailleurs pleinement avec celles de de Vries.

D'autre part, il détermina la dilution qu'il faut faire subir au sérum d'un animal pour que, dans ce sérum dilué, les globules commencent à perdre leur hémoglobine. A ce moment, ce sérum dilué possède évidemment la même pression osmotique que les liquides salins, dans lesquels s'opère le même début de globulolyse, et dont il avait déterminé la teneur en sels. D'où la possibilité de calculer très simplement à quelle concentration saline (en chlorure sodique par exemple) correspond le sérum non dilué. Pour le sang de bœuf, la valeur obtenue fut celle d'une solution de chlorure sodique à 0,92 ‰. Cette pression est évidemment celle qui règne aussi à l'intérieur des hématies de cet animal, quand elles se trouvent dans le sang.

Ce procédé de Hamburger était passible de diverses critiques. Il n'était d'abord pas certain que le globule gardât les mêmes propriétés osmotiques à toutes les concentrations. Le fait que des solutions très concentrées de chlorure sodique (au delà de 10 ‰) opèrent la dissolution des globules semble même indiquer le contraire. D'autre part, la dilution du sérum pouvait avoir, sur la tension osmotique de ce dernier, une autre action que la même dilution sur une solution de chlorure sodique à 0,9 ‰. Et, de fait, l'expérience a montré, depuis, que la perte de pouvoir osmotique subie par la solution saline après dilution est plus forte que celle du sérum.

Il y avait donc lieu de contrôler, par d'autres méthodes, les résultats obtenus par le procédé globulolytique.

Hedin¹ proposa à cet effet l'hématocrite. Cet instrument est constitué par une petite pipette calibrée, à lumière étroite, portant une graduation serrée. On introduit le sang ou le mélange sanguin par aspiration, on ferme par deux plaques de caoutchouc et l'on soumet à l'action d'une centrifugeuse faisant 6.000 tours à la minute. Après environ 15 à 20 minutes, pour des tubes de 7 cen-

timètres de longueur, les globules ont pris un volume qui ne variera plus, quelle que soit la durée de l'action de la force centrifuge. Cette méthode permettait de mesurer ce volume globulaire fixe pour des émulsions équivalentes de globules sanguins dans différents liquides. Les globules en masse se comportèrent comme les globules isolés, c'est-à-dire que, dans les solutions diluées, ils occupaient un volume plus considérable que dans les solutions concentrées. D'autre part, dans des solutions isotoniques, le volume globulaire resta constant.

La détermination, par cette méthode, de la valeur absolue de la tension osmotique du sérum, donna un résultat identique à celui obtenu par le procédé de Hamburger, et ces données furent encore corroborées par la détermination du point de congélation du sérum, faite pour la première fois par Dreser.

Il a été parlé plus haut des coefficients isotoniques de de Vries et de Hamburger. On sait que Van t' Hoff avait dû introduire d'abord, dans sa formule générale de la pression osmotique $PV = RT$, un coefficient i ($i \cdot PV = RT$), variable de 1 à 4, dont la valeur lui était fournie par les expériences de de Vries. Ce coefficient indiquait donc que toutes les molécules n'ont pas même valeur osmotique, ce qui était en opposition avec le fond même de la théorie. Depuis, Arrhénius est arrivé à expliquer cette complication, en admettant que toutes les substances, dont les solutions conduisent le courant électrique, sont partiellement dissociées dans leurs solutions. Cette dissociation divise la molécule en deux ou plusieurs atomes ou groupes atomiques, chargés d'électricité de nom contraire, appelés ions. Or, d'après Arrhénius, de même que, au point de vue de la pression osmotique, toutes les molécules sont équivalentes entre elles, de même, tout ion est l'équivalent d'une molécule. Il en résulte fatalement que, si l'on prépare des solutions équi-moléculaires de diverses substances, celles qui seront dissociées posséderont une tension osmotique d'autant plus forte que leur degré de dissociation et que le nombre d'ions que leur molécule fournit seront plus grands. C'est la perturbation causée par cette dissociation qu'indiquaient les anciens coefficients isotoniques, qui cédèrent la place à des coefficients de dissociation électrolytique.

Hedin introduisit en hématologie la notion du coefficient de dissociation, et il constata que les valeurs de ce coefficient ainsi déterminé concordaient pleinement avec celles déduites de la conductibilité électrolytique et des anomalies du point de congélation. Voici (tableau I) quelques-unes de ces valeurs rapportées à la valeur osmotique molé-

¹ HEDIN : Ein neuer Apparat zur Untersuchung des Blutes. — Untersuchungen mit dem Hematokrit. *Skandinavisches Archiv für Physiologie*, 1891, p. 360.

² Ib. : Ueber die Einwirkung einiger Wasserlösungen auf das Volumen der rothen Blutkörperchen. — Ueber den Einfluss von Salzlösungen auf das Volumen der rothen Blutkörperchen, *Ibidem*, 1894.

culaire d'une substance non dissociée (le sucre de canne = 100) et déterminées dans des solutions de concentrations sensiblement égales.

Ces résultats de Hedin étaient, d'ailleurs, en accord complet avec ceux de Hamburger, et ils furent confirmés par Koeppel¹, qui, d'une façon indépendante, avait proposé également le remplacement du coefficient osmotique par celui de dissociation électrolytique dans l'étude osmotique du sang.

Jusqu'ici, il n'a été question que de substances dont les solutions conservent les globules rouges intacts, pourvu que leur concentration atteigne une certaine valeur. A côté de celles-là, on en connaissait depuis longtemps toute une série, tels l'urée, les sels ammoniacaux, beaucoup de substances organiques, bref tous les poisons globulaires, dont

TABLEAU I. — Valeurs des coefficients de dissociation déterminées par trois méthodes.

	MÉTHODE de l'hématocrite (Hedin)	CONDUCTI- BILITÉ électrique (Kohlrausch)	POINT de congélation (Raoult)
Saccharose	100	100	100
Chlorure de potassium	183	186	176
Nitrate de potassium	184	181	162
Chlorure de sodium	174	184	184
Iodure de potassium	181	189	184
Acétate de potassium	167	183	180
Sulfate de potassium	244	238	203
Chlorure de calcium	233	246	212
Chlorure de baryum	221	247	255

les solutions dissolvent les globules à toute concentration. C'était là une exception aux lois de l'osmose, qu'il s'agissait d'expliquer. Gryns² étudia la question et prouva pour deux de ces substances, l'urée et le chlorure ammonique, qu'elles se répartissent d'une façon sensiblement égale entre les globules et le sérum. La paroi globulaire n'est donc pas semi-perméable à leur égard comme vis-à-vis des sels neutres, des métaux alcalins fixes et alcalino-terreux. Dès lors, il était aisé de comprendre le mécanisme de la globulolyse dans ces solutions. Puisque les substances qui y sont en dissolution pénètrent le globule, la valeur osmotique de ces solutions devient nulle par rapport au globule, quelque grande qu'elle puisse être en valeur absolue. Quand on y plonge des hématies, c'est comme si l'on mettait celles-ci dans de l'eau distillée. Les substances dissoutes dans leur suc cellulaire, dont la pression osmotique est con-

trebalancée normalement par celles du sérum, n'éprouvent plus aucune résistance extérieure à leur action. Elles attirent vers l'intérieur de l'hématie la solution d'urée ou de chlorure ammonique, quelle que soit d'ailleurs la concentration de celle-ci, et le globule est distendu jusqu'à destruction. Si cette hypothèse est exacte, il faut et il suffit, pour contrebalancer tout effet nocif de la solution extérieure, de l'additionner d'une substance non pénétrante à dose isotonique, par exemple 0,9 % de chlorure sodique. Gryns fit l'expérience et le résultat fut positif.

Sans plus étudier, par l'analyse chimique directe, la répartition d'autres poisons globulaires entre sérum et globules, Gryns examina seulement le point de savoir si leur action nocive était également neutralisée par la dose isotonique d'une substance non pénétrante, ce qu'il constata d'une façon régulière pour la plupart d'entre eux. Il en conclut que tous ces poisons agissent, non en raison de leurs propriétés chimiques, très variables de l'un à l'autre, mais à cause d'une propriété commune, leur pouvoir de pénétrer le globule. Leur toxicité n'était donc plus spécifique, liée à tel ou tel groupement atomique, mais elle était tout simplement celle du même volume d'eau distillée.

Gryns étudia également l'influence possible des ions sur les propriétés des sels, et les résultats qu'il obtint sont très intéressants. Mais, comme ils furent complétés et confirmés d'ailleurs en grande partie par Hedin, il est préférable d'exposer immédiatement les travaux de ce dernier.

Hedin³ entama la question de savoir dans quelle proportion une substance pénètre ou ne pénètre pas les globules, par une méthode très ingénieuse, dont voici le principe. Il ajoute un certain poids de cette substance à un volume déterminé de sang (S) et dissout le même poids p dans le même volume de plasma (P). Après repos suffisant, il sépare globules et plasma, et détermine l'abaissement du point de congélation dans le plasma ainsi obtenu. Il fait la même détermination pour le plasma P. Soit a le chiffre correspondant à S, et b celui correspondant à P. Trois cas peuvent se présenter : $a > b$, ce qui signifie que la substance s'est localisée principalement dans le sérum ; $a = b$, quand le partage s'est fait uniformément entre globules et sérum ; $a < b$, quand les globules ont fixé la plus grande partie de la substance. Ayant examiné, par ce procédé, la façon de se comporter d'un grand nombre de composés organiques et inorganiques,

¹ KOEPEL : Ueber den Quellungsgrad der rothen Blutscheiben. *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1893, p. 154.

² GRYN : Ueber den Einfluss gelöster Stoffe auf die rothen Blutzellen in Verbindung mit den Erscheinungen der Osmose und Diffusion. *Archiv für die gesammte Physiologie*, 1896, tome LXIII, p. 86.

³ HEDIN : Ueber die Permeabilität der Blutkörperchen. *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXVIII, 1897, p. 229.

Id. : Versuche über das Vermögen der Salze einiger Stickstoffbasen in die Blutkörperchen einzudringen. *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXX, 1898, p. 525.

il arriva à toute une série de conclusions intéressantes dont voici quelques-unes : Les différents sucres, ainsi que les alcools hexa- et pentatomiques restent confinés exclusivement dans le plasma. L'érythrite y pénètre très lentement et en petite quantité, la glycérine plus rapidement et plus abondamment. Le glycol pénètre immédiatement et en quantité telle que sa concentration est à peu près la même dans le sérum et les globules. L'alcool éthylique se localise en très léger excès dans les globules, où son entrée est instantanée. L'éther montre encore beaucoup plus d'affinité pour les globules, qui en prennent la grande majorité. Il en est de même pour un grand nombre d'aldéhydes et de cétones. Les amines et les amides ont une tendance au partage uniforme, tandis que les sels des acides aminés se localisent en grande partie dans le sérum.

Les sels des métaux alcalins fixes restent dissous dans le sérum; une très petite partie pénètre les globules. Quant aux sels d'ammonium : les chlorure, bromure, nitrate, sulfoeyanure, oxalate, lactate, éthylsulfate, ferro-et ferrieyanure se partagent uniformément entre les globules et le plasma, tandis que le sulfate, le phosphate, le tartrate, le succinate restent confinés en très grande partie dans le plasma. Or, fait très intéressant, les sels de triméthylamine et d'éthylamine présentent absolument les mêmes propriétés que les sels d'ammonium, c'est-à-dire que les sels des acides du groupe chlorure pénètrent, ceux du groupe sulfate ne pénètrent pas.

Ce qui décide donc du passage des sels d'ammonium et des amines, c'est le radical acide, autrement dit l'ion électro-positif. Il semble réellement que l'on soit ici en présence d'une action élective de la paroi du globule rouge pour tel ion à l'exclusion de tel autre.

Si les chlorures d'ammonium, d'éthylamine ou de triméthylamine pénètrent, et non les sulfates de ces bases, c'est que l'ion Cl^- traverse la paroi globulaire, tandis que SO_4^{--} ne le fait pas. Si, d'autre part, les chlorures de potassium ou de sodium ne sont pas pénétrants, ce serait à cause de leur cation Na^+ , K^+ , qui, à l'inverse de H^+Az^+ , n'arriverait pas à traverser l'enveloppe globulaire.

Koeppel⁴ base sur des raisons de cet ordre l'explication d'un phénomène de nature très intéressante, observé avant lui par Gürber.

Mélange-t-on, à une solution isotonique de chlorure sodique, des globules rouges qui ont été lavés à différentes reprises au moyen d'une solution isotonique de sucre, et saturés ensuite de

CO_2 , on observe que la solution saline devient alcaline. Il n'en est rien si les globules sont artérialisés, ou s'ils sont placés dans du sulfate au lieu de chlorure de sodium. Et, d'après des analyses de Gürber, cette alcalinisation s'opère sans qu'il y ait sortie d'un atome métallique hors des globules. Comment expliquer ces faits? Au moment où l'on place les globules veineux dans la solution de chlorure sodique qui leur est isotonique, leur tension osmotique totale est due aux sels qu'ils contiennent; de ces sels, les principaux sont le chlorure et le carbonate de potassium. Dans le liquide périglobulaire, la tension est due à du chlorure sodique seul, de sorte que la tension partielle des ions Cl^- est plus forte à l'extérieur qu'à l'intérieur. L'inverse existe pour l'ion CO_3 . L'un et l'autre sont pénétrants. Ce qui empêche le chlorure de sodium de pénétrer dans les conditions ordinaires, c'est la charge électrique de Na^+ , qui ne traverse pas la paroi globulaire. Mais ici cet obstacle est levé, car, au fur et à mesure que des ions Cl^- pénètrent dans les globules, ils sont remplacés dans le liquide extérieur par des ions CO_3 , chargés d'électricité du même nom. Le mouvement ne s'arrête qu'après égalisation des tensions partielles du carbonate et du chlorure. Si, dans le milieu extérieur, il existe au lieu de Cl^- , des ions SO_4^{--} , qui, comme Hedin nous l'a montré, ne traversent pas la paroi globulaire, l'échange est impossible. Et voilà pourquoi, d'après Koeppel, le sulfate ne devient pas alcalin, à l'encontre du chlorure.

L'explication donnée est très ingénieuse et intéressante au plus haut chef, en ce qu'elle nous montre comment, sous l'action d'un acide, un élément organisé peut sécréter un liquide alcalin, sans que cependant intervienne la moindre action vitale. Il y aurait cependant lieu, étant donné la nouveauté de ces hypothèses, de multiplier les expériences et les épreuves, afin de pouvoir éliminer de façon définitive les échanges de molécules ou des ions électro-positifs. Et cela d'autant plus que des recherches récentes tendent plutôt à faire admettre une perméabilité légère des globules rouges aux sels de métaux alcalins fixes.

Il est incontestable que toutes ces études, basées sur la notion de la pression osmotique, ont fait faire de grands progrès à nos connaissances sur la physiologie du sang. Mais les résultats acquis dans ce domaine spécial ont, à côté de leur intérêt propre, une signification plus générale. Le sang est, de tous les tissus (puisqu'on a pu l'appeler un tissu liquide), celui qui se prête le mieux aux études osmotiques. Les expériences s'instituent plus facilement, et les conditions de ces expériences sont plus constantes et plus simples que partout ailleurs.

⁴ KOEPEL : Der osmotische Druck als Ursache des Austausches zwischen rothen Blutkörperchen und Salzlösungen. *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXVII, p. 189, 1897.

Rien d'étonnant donc au fait que la paroi de l'hématie ait été la première paroi semi-perméable organisée, étudiée dans ses détails.

Il est tout naturel aussi, étant donné la signification des résultats acquis, que ces recherches d'hématologie constituent la préface et le guide de toute investigation similaire portant sur d'autres tissus.

A nombre de points de vue, les idées et les expériences sont nouvelles et donnent des aperçus neufs. Pour n'en citer qu'un, des plus importants, il suffira de dire quelle part énorme il faudra très probablement faire, en Physiologie ou en Pathologie, non plus aux affinités chimiques, atomiques, mais aux affinités existant entre molécules ou groupements moléculaires, à ces forces inconnues qui déterminent la solubilité d'une substance dans une autre, qu'il s'agisse de gaz, de liquides ou de solides. Comme le montrent les résultats de Gryn's et de Hedin, c'est grâce à leur simple solubilité dans la paroi des globules que la plupart des poisons globulaires peuvent, dans certaines conditions d'expérience, déterminer la destruction des globules.

Il y a là, pour l'étude de l'action des poisons en général, un champ nouveau d'expérience, d'autant plus précieux que les considérations tirées uniquement de la statique chimique se sont montrées définitivement insuffisantes pour l'explication entière des phénomènes.

Déjà un essai hardi dans cette direction vient d'être tenté par Meyer. Hermann avait déjà remarqué le pouvoir dissolvant vis-à-vis des graisses des différents narcotiques de la série grasse. Il s'était demandé si l'action physiologique de ces derniers sur la cellule nerveuse, comme sur le globule rouge qu'ils détruisent, n'est pas en rapport avec cette affinité de solution.

D'autre part, R. Dubois¹ avait observé la sécrétion d'eau par les feuilles des plantes grasses sous l'influence de l'éther, du chloroforme, de l'alcool. D'après Dubois, la narcose serait le résultat d'une déshydratation des cellules nerveuses par les hypnotiques, qui chasseraient l'eau de ses combinaisons (physiques) avec les constituants de la cellule nerveuse. Meyer reprend l'idée de Dubois, mais en limitant l'action des narcotiques aux substances grasses qui constituent une partie notable du système nerveux. Dans la cellule nerveuse, les corps gras sont dans un certain état d'équilibre de dissolution ou de mélange avec l'eau, les sels, les protéides. Introduisons dans cette cellule une substance dissolvant facilement la graisse : l'équilibre sera rompu. D'où changement des conditions vi-

tales et narcose. Si cette idée est exacte, il faut d'abord que tous les dissolvants des graisses soient des anesthésiques, et que leur action narcotique soit proportionnelle à leur affinité de solution pour les matières grasses. Des expériences assez nombreuses de Meyer et de son assistant Baum sont en complet accord avec ce postulat. Il serait téméraire cependant, étant donné l'écart considérable entre ces nouvelles tendances et celles qui ont régné jusqu'ici dans ce domaine scientifique, de se laisser aller trop facilement au charme de la nouveauté. Le côté séduisant de la théorie doit mettre en garde contre elle.

Il est certain que cette compréhension des choses a un double avantage. Elle expliquerait non seulement l'action narcotique elle-même, action qui serait la même pour toutes les cellules, que celles-ci soient d'origine végétale ou animale, qu'elles proviennent d'un protozoaire ou d'un vertébré supérieur; mais, chez l'organisme élevé, elle nous fournirait, de plus, la raison de l'électivité spéciale de la substance narcotique pour la cellule nerveuse, plutôt que pour la fibre musculaire ou le leucocyte.

Et à ce dernier point de vue, tout autant qu'au premier, l'idée est très intéressante en ce qu'elle entreprend le problème de l'affinité du médicament pour tel ou tel tissu et introduit ici, au lieu et place de l'affinité atomique, dont on a fait un réel abus, la conception plus moderne de l'affinité entre molécules : l'affinité mécanique (Ostwald).

Avant de quitter les globules rouges, il est intéressant de citer brièvement les résultats acquis par divers auteurs sur la conductibilité électrique du sang. D'après Arrhénius, le transport de l'électricité à travers une solution est matériel, en ce sens que ce sont les ions qui portent aux électrodes la charge électrique dont ils étaient déjà pourvus avant le passage du courant. Celui-ci n'a qu'un effet, c'est de libérer les ions de leurs attractions électriques mutuelles.

Le sérum, qui est une solution saline, conduit l'électricité.

D'autre part, le liquide intraglobulaire, qui est une solution saline de concentration isotonique, doit présenter sensiblement le même pouvoir conducteur, ou inversement la même résistance. Mais il s'agit de savoir si les ions qui se trouvent dans l'intérieur des globules pourront en sortir; si d'autre part les ions extérieurs, quand ils rencontreront les globules, pourront les traverser. La paroi globulaire est-elle imperméable aux ions extra ou intraglobulaires? Dans le premier cas, la conductibilité du sang doit être sensiblement égale à celle du sérum; dans le second cas, elle lui sera notablement inférieure.

¹ R. DUBOIS : Mécanisme de l'action des anesthésiques. *Revue générale des Sciences*, t. II, p. 561, 1891.

Plusieurs auteurs (Roth¹, Bugarszky et Tangl², Stewart³, Oker-Blom⁴, Rollett⁵) ont étudié dans ces dernières années la conductibilité du sang comparée à celle du sérum, et tous sont d'accord pour faire des globules rouges, sinon des isolateurs parfaits, du moins des corps extrêmement peu conducteurs de l'électricité. D'où la conclusion que leur paroi est très peu perméable aux ions.

Cette conductibilité très imparfaite des globules rouges n'est cependant pas une preuve décisive de leur non-perméabilité. C'est ainsi que, dans une des expériences de Stewart, des globules imprégnés de chlorure ammonique ne conduisaient pas sensiblement mieux l'électricité que des globules normaux, ce qui provient, sans doute, de l'énorme résistance qu'oppose le stroma des globules rouges à la translation des ions.

Stewart détermina également les changements de la conductibilité électrique du sang, quand on provoque la destruction des globules par différents moyens, tels que l'eau, les sérums étrangers, le gel et le dégel, la chaleur, la saponine. Les résultats sont variables suivant l'agent globulolytique employé. D'une part, se rangent les agents qui, comme l'eau et la saponine, augmentent la conductibilité spécifique du sang en tenant compte bien entendu de la diminution de conductibilité pouvant provenir d'une dilution éventuelle du liquide. D'autre part, se groupent les sérums étrangers et le froid qui laissent inaltérée ou même diminuent la conductibilité du sang après avoir déterminé l'hémolyse. La chaleur occuperait une situation intermédiaire. Ces constatations ont été étendues par Rollett à l'action de la décharge électrique, qui agirait à la façon du froid et des sérums étrangers.

Stewart conclut de ses recherches que la paroi globulaire peut laisser diffuser d'une façon indépendante l'hémoglobine et les sels du globule. L'hémoglobine seule diffuse, quand la conductibilité électrique reste la même; tandis qu'une augmentation de la conductibilité indique la sortie simultanée des sels et de l'hémoglobine.

La conclusion ainsi énoncée est inattaquable; et il semble démontré par les recherches de Stewart et celles de Rollett qu'en effet l'hémoglobine peut quitter seule des globules qui gardent leurs sels. Stewart admet aussi que, dans certains cas, les sels du globule peuvent abandonner partiellement celui-

ci, sans qu'il y ait en même temps diffusion de l'hémoglobine. Les observations qui plaident en faveur de ce dernier mouvement osmotique, inverse du premier, sont beaucoup moins probantes, et, si elles trouvent quelque confirmation dans certaines expériences du dernier travail d'Oker Blom, il y a cependant lieu d'attendre une enquête plus approfondie des faits avant de conclure trop affirmativement. Ces observations de Stewart sont très intéressantes par le fait qu'elles apportent une contribution assez inattendue et toute nouvelle à la question déjà tant discutée des rapports existant entre l'hémoglobine et le stroma. Dans ces derniers temps, la théorie osmotique avait favorisé beaucoup les partisans de l'idée d'une indépendance chimique absolue entre ces deux constituants du globule. Mais nombreux sont cependant encore les partisans de l'autre doctrine, suivant laquelle il y aurait combinaison fragile entre l'hémoglobine et certains constituants du stroma: combinaison dont le produit est insoluble dans le liquide intra-globulaire ou dans le sérum. L'eau distillée ou les solutions salines étendues n'agiraient pas autrement qu'en détruisant cette combinaison par hydrolyse, ce qui mettrait l'hémoglobine en liberté et lui permettrait dès lors sa diffusion dans le sérum. Il est assez difficile, sinon impossible, de comprendre pourquoi ce sont justement les concentrations isotoniques des substances chimiques les plus diverses qui s'opposent dans la même mesure à cette action de l'eau distillée: eau distillée que l'on n'est d'autre part pas habitué non plus à considérer comme un agent d'hydrolyse aussi puissant. Aussi est-il né, sous l'influence des travaux sur la pression osmotique des globules, une autre théorie, d'après laquelle les globules constituent des sortes de vésicules constituées par une paroi semi-perméable, séparant leur liquide intérieur du milieu extérieur. Au point de vue du fond de cette théorie, il est absolument accessoire de savoir si le liquide intérieur est logé dans une cavité unique ou dans une multitude de vacuoles. Cette question n'a d'intérêt qu'en ce qui concerne la forme extérieure du globule. Mais ce qui importe, c'est la localisation de l'hémoglobine dans le liquide intraglobulaire, localisation qui entraîne la séparation absolue d'avec le stroma. Celui-ci, loin d'être combiné à l'hémoglobine, lui serait, au contraire, totalement imperméable, tout au moins dans ses couches périphériques. Un argument sérieux contre cette hypothèse, c'est la difficulté de concevoir la dissolution de l'hémoglobine dans la petite quantité de liquide intraglobulaire, alors que, pour certains sangs, toute la masse liquide du sérum ne suffit pas à opérer cette dissolution. Cependant, on peut dire *a priori*, étant donné notre ignorance des condi-

¹ ROTH: Elektrische Leitfähigkeit thierischer Flüssigkeiten. *Centralblatt für Physiologie*, t. II, p. 271, 1897.

² BUGARSZKY und TANGL: Eine Methode zur Bestimmung... *Centralblatt für Physiologie*, t. II, p. 297, 1897.

³ STEWART: The behaviour of the hæmoglobin and.... *Journal of Physiology*, t. XXIV, p. 211, 1899.

⁴ OKER-BLOM: Thierische Säfte und Gewebe. *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXXIX, pp. 111 et 510, 1900.

⁵ ROLLETT: Elektrische und Chemische Einwirkungen. *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXXXII, p. 199, 1900.

tions exactes de solubilité de l'hémoglobine même dans des milieux artificiels, qu'il est difficile de tirer argument des quelques faits connus contre l'idée d'une solution sursaturée possible à l'intérieur des globules, où les conditions physiques sont certainement très différentes de celles qui existent dans un cristalliseur. D'ailleurs plusieurs physiologistes, et non des moindres, ont observé, dans certaines conditions, des cristaux d'hémoglobine à l'intérieur des hématies, ce qui ne se conçoit qu'en supposant ces cristaux baignés d'un liquide tenant la même substance en solution. D'autre part, Meltzer¹ vient de publier le résultat d'une série d'expériences, confirmant d'ailleurs d'anciennes recherches de Rollett et de lui-même², dans lesquelles il est parvenu à détruire des globules et à mettre leur hémoglobine en liberté, rien qu'en les agitant longtemps et fortement avec du mercure ou de la poudre de verre. C'est d'ailleurs une observation courante en Physiologie que du sang, agité longtemps avec des perles de verre ou un autre corps indifférent dans le but de le défibriner, finit toujours par se teindre d'hémoglobine. Il serait curieux de savoir comment les partisans de la combinaison chimique entre stroma et hémoglobine expliquent ces faits.

Pour en revenir aux expériences de Stewart, cet auteur n'arrive à s'expliquer la diffusion séparée de l'hémoglobine et des électrolytes du globule que dans l'hypothèse d'une combinaison chimique de la première avec le stroma; et Rollett insiste particulièrement aussi en faveur d'une pareille interprétation des faits.

Il est certain que ces expériences écartent en tout cas une mise en liberté des substances contenues dans les globules par rupture de l'enveloppe de ceux-ci. Si tel était, en effet, le mécanisme du phénomène, il faudrait que, lorsqu'un globule se vide de son contenu, il se vidât toujours intégralement. Mais on peut parfaitement concevoir une autre issue des constituants du liquide intra-globulaire, sans cependant abandonner la théorie osmotique. J'étais arrivé, pour d'autres raisons et sans connaître à ce moment les travaux de Stewart, à expliquer la sortie de l'hémoglobine par une diffusion de celle-ci à travers une membrane dont les conditions de perméabilité sont altérées³.

Normalement, la paroi de l'hématie est imperméable à l'hémoglobine, mais si, par l'adjonction d'eau, ou par d'autres moyens, on transforme le degré d'hydratation ou la structure chimique ou

physique de cette paroi, cette imperméabilité peut parfaitement disparaître, ce qui provoquera la diffusion d'hémoglobine à l'extérieur. *A priori*, on pourrait supposer très légitimement que cette perméabilisation vis-à-vis de l'hémoglobine peut ne pas s'étendre aux électrolytes. Mais il n'est même pas besoin de cette hypothèse pour mettre les faits de Stewart en accord avec la doctrine osmotique.

Il y a lieu de remarquer que si, dans la globulolyse par un moyen quelconque (le froid par exemple), on ne détruit pas les stromas des globules, il n'y a aucune raison pour que les électrolytes intra-globulaires se répandent dans le sérum, même si le stroma leur est devenu perméable. En effet, les stromas occupent le même volume et même quelquefois un volume plus grand que les globules intacts avant l'hémolyse; le liquide qu'ils contiennent tend à se mettre non seulement en équilibre osmotique, mais même en équilibre de composition chimique avec l'extérieur. Or, cette équilibration sera toute différente pour l'hémoglobine et les électrolytes. La première était contenue exclusivement dans les globules (avant que la paroi lui soit devenue perméable), les seconds possédaient dans les globules et dans le sérum une concentration identique. L'équilibre exigera, pour s'établir, une sortie abondante de l'hémoglobine, sans aucun déplacement concomitant des sels. Le fait que ces stromas ne conduisent pas mieux l'électricité qu'auparavant ne prouve aucunement qu'ils ne sont pas devenus perméables aux ions qu'ils contenaient, ainsi que l'atteste la constatation, citée plus haut, faite au sujet du chlorure ammonique.

Au contraire, si l'on dilue fortement le milieu extérieur, la concentration des électrolytes dans les stromas deviendra plus forte que dehors et une partie d'entre eux suivra l'hémoglobine: c'est ce qui explique l'action de l'eau distillée. Quant à la saponine, Stewart déclare lui-même qu'il faut des doses fortes de cet ingrédient pour lui voir produire l'effet de l'eau distillée. Or, d'après Stewart, à ces doses, la saponine dissout complètement les globules. Il n'est dès lors plus étonnant que l'obstacle au passage du courant, les stromas, étant disparus, le courant passe plus facilement. Les doses moyennes, en dissolvant incomplètement les stromas, diminuent probablement l'obstacle qu'ils opposent aux transports électriques et c'est ce qu'opérerait également la chaleur.

Pour ce qui est de la sortie isolée d'électrolytes à travers une paroi normale, elle n'est nullement en désaccord avec la théorie osmotique (puisque Hamburger lui-même avait basé sa conception osmotique sur la notion des échanges isotoniques), à condition d'admettre que la paroi globulaire ne leur est pas complètement imperméable. Or, les

¹ D'après le *Centralblatt für Physiologie*, année 1900, n° 16.

² MELTZER: *Journal of Physiology*, t. V, p. 233.

³ NOLF: Le mécanisme de la globulolyse. *Annales de l'Institut Pasteur*, octobre 1900.

travaux de Hedin aboutissent, comme il a été dit plus haut, à cette conception.

Il est encore intéressant de faire remarquer ici que, par la mesure de la résistance électrique de liquide sanguin additionné de différents sels des métaux alcalins et alcalino-terreux, Oker-Blom est arrivé à confirmer, dans leurs données essentielles, les résultats de Hedin concernant la perméabilité des globules vis-à-vis de ces sels.

Il est facile de constater, par la longueur de cet exposé, où ne sont cependant relatés que les faits principaux et d'intérêt général, combien grand est l'essor imprimé à l'étude des phénomènes de la vie par les nouvelles théories sur les solutions. Dans d'autres domaines de la Physiologie, les acquisitions ne sont pas moins notables. Ce furent naturellement surtout les phénomènes d'absorption et de sécrétion qui furent soumis à l'analyse par les nouvelles méthodes.

III. — LA FORMATION DE LA LYPHNE.

Il ya une dizaine d'années régnait, pour ainsi dire sans conteste dans la science, la théorie purement mécanique de la formation de la lympe, telle qu'elle avait été conçue par Ludwig à la suite de ses travaux et de ceux de ses élèves. La lympe, intermédiaire entre le sang et les éléments des tissus, était considérée comme le produit d'une filtration du plasma sanguin au travers de l'endothélium vasculaire, filtration se faisant sous l'influence de la pression régnant dans les vaisseaux sanguins, filtration absolument analogue dans son essence à celle que l'on peut produire artificiellement au travers de membranes animales ou végétales mortes.

Cependant Ludwig, tout en faisant à la filtration la part prépondérante dans la formation de la lympe, avait admis à côté d'elle l'intervention possible de phénomènes de diffusion ou d'osmose s'établissant entre le plasma, le liquide filtré et les tissus, et pouvant amener des modifications dans la composition chimique du liquide filtré.

Cette théorie, dans laquelle on n'accordait aucune importance à la constitution ou à la vitalité de l'endothélium des vaisseaux sanguins, avait eu des contradicteurs.

C'est ainsi que Tigerstedt et Santesson¹, à la suite d'expériences de filtration au travers de membranes animales vivantes et mortes, avaient conclu à une intervention active, vitale, de l'endothélium vasculaire lors de la formation de la lympe. Mais il fallut l'apparition du remarquable travail de

Heidenhain², très documenté, rempli d'expériences nouvelles, pour ébranler la foi des physiologistes dans l'hypothèse mécanique de la formation de la lympe. La réaction, difficile à se produire, en fut naturellement d'autant plus forte, et grand le regain des idées vitalistes dans ce domaine de la science.

Heidenhain, au lieu d'étudier, comme ses prédécesseurs, la formation de la lympe dans les membres, fit ses observations sur le liquide du canal thoracique d'animaux à jeun. Mais, avant d'en exposer brièvement les résultats, il est bon de rappeler que les travaux de l'école de Ludwig (Tomsa, Paschutin, Emminghaus) avaient montré la grande influence de la stase veineuse sur la vitesse d'écoulement de la lympe, alors que les variations de pression dans les capillaires artériels, provoquées par le jeu des nerfs vaso-moteurs, s'étaient montrées sans effet ou d'effet peu marqué (Rogowicz, Mensonides).

Les principaux résultats de Heidenhain sont les suivants :

1° A l'encontre de ce qu'avait observé Colson³, Heidenhain soutient que l'occlusion de l'aorte thoracique n'arrête pas immédiatement l'écoulement de la lympe, qui se continue pendant une ou deux heures. Le liquide lymphatique est plus concentré en albuminoïdes que normalement.

2° La ligature de la veine porte produit une accélération dans l'écoulement de la lympe, qui, tout en étant sanglante, est moins riche en albuminoïdes que la lympe normale.

3° L'obliteration de la veine cave inférieure dans le thorax cause une énorme accélération du courant lymphatique; la lympe est très riche en albuminoïdes. L'intestin est anémié.

4° Si l'on injecte dans le sang de l'animal vivant (chien), certaines substances, telles que le bouillon d'écrevisses, d'anodontes, des solutions de peptone, d'ovalbumine, etc. (lymphagogues de 1^{re} classe), on accroit dans des proportions notables la quantité de lympe s'écoulant par le canal thoracique, sans qu'il y ait la moindre hausse de la pression sanguine (il y a habituellement baisse de celle-ci).

5° L'injection intra-veineuse de solutions salines ou sucrées concentrées (lymphagogues de 2^e classe) produit également une accélération énorme de l'écoulement de la lympe thoracique: accélération qui, de l'aveu de Heidenhain, est conciliable en partie avec la théorie physique de la formation de la lympe, puisque les accélérations constatées sont

¹ HEIDENHAIN : Versuche und Fragen zur Lehre von der Lymphbildung *Archiv für die gesammte Physiologie*, 1891, Bd. XLIX.

² COLSON : Recherches physiologiques sur l'occlusion de l'aorte thoracique. *Travaux du Laboratoire de Physiologie de Liège*, t. III, p. 3, 1889-90.

³ TIGERSTEDT et SANTESSON : Die Filtration im Thierkorper. *Mittheilungen vom Physiologischen Laboratorium zu Stockholm*, 1886.

en raison de la valeur osmotique de la solution injectée. Mais Heidenhain constate, en plus, que la concentration du lymphagogue est plus forte dans la lymphe que dans le sang.

De tous ces résultats, seul le n° 2 est en accord, d'après Heidenhain, avec la théorie de la filtration. D'après les expériences faites sur les membranes mortes, on sait, en effet, que, lors de la filtration d'une solution d'albuminoïdes, le produit filtré est d'autant plus riche en albuminoïdes, et d'autant moins abondant que la pression filtrante est plus basse. C'est aussi ce qu'avaient constaté les élèves de Ludwig dans leurs expériences sur la lymphe des membres, c'est encore ce qui se produit après la ligature de la veine porte.

Mais ni la conservation de l'écoulement lymphatique après occlusion aortique (c'est-à-dire après suppression ou diminution extrêmement considérable de la pression filtrante), ni la concentration en albuminoïdes après l'obturation de la veine cave, ni l'action des lymphagogues ne peuvent s'expliquer par les mêmes principes. Il faut, pour comprendre ces faits, admettre une intervention active de l'endothélium vasculaire. La lymphe n'est donc pas un produit de transsudation, c'est un produit de sécrétion. Et les lymphagogues sont des stimulants de cette sécrétion, tout comme les diurétiques ou les cholagogues sont des stimulants de l'activité sécrétoire du rein ou du foie. Et, de même que, parmi les diurétiques, il y a lieu de faire une distinction entre ceux qui agissent directement sur l'épithélium glandulaire, sans influencer la circulation, et ceux dont l'effet se marque surtout sur les conditions de celle-ci, il y a lieu aussi de grouper les lymphagogues suivant des différences de propriétés analogues.

L'ensemble des constatations était imposant, et le réquisitoire contre la théorie de Ludwig très serré.

Par des exemples tirés de la composition chimique de la sécrétion de certaines glandes (lait) et du débit de celles-ci, comparé à celui du canal thoracique, Heidenhain fournissait, en outre, la preuve décisive que, lors de la sécrétion glandulaire, il y avait lieu, — pour expliquer le passage des matériaux solides et liquides, qui, sortis du sang, se retrouvent dans le produit de sécrétion glandulaire, — de faire intervenir d'autres forces que la filtration, celle-ci seule ne pouvant suffire à expliquer les chiffres. A vrai dire, Ludwig avait déjà déclaré qu'il fallait associer la diffusion à la filtration, et Heidenhain ne fournit ici aucune preuve contre cette intervention de la diffusion. Il la croit possible et probable, analogue à celle qui règle les échanges gazeux entre le sang et les tissus, mais ses préférences vont néanmoins à la théorie de la sécrétion.

Ce fut un physiologiste anglais, Starling, qui reprit point par point les expériences de Heidenhain et rechercha si leur contradiction avec les lois de la diffusion et de la filtration est aussi irréductible qu'elle paraît à première vue¹.

Starling établit d'abord que la lymphe du canal thoracique, chez l'animal au repos, est produite exclusivement par les viscères abdominaux. C'était donc la circulation dans ces organes qu'il fallait observer, et déterminer quelles modifications elle éprouve dans les expériences de Heidenhain².

Après occlusion de l'aorte thoracique, il y a baisse artérielle très considérable dans tous les territoires artériels de l'abdomen et aussi dans la veine porte, tandis que dans la veine cave inférieure la pression reste normale ou peut même être légèrement augmentée. Si la théorie de Ludwig est exacte, il ne peut dès lors plus y avoir de filtration qu'au niveau des capillaires hépatiques dont la pression n'a pas varié. Et la lymphe qui s'écoule par le canal thoracique doit être exclusivement de la lymphe hépatique. C'est, en effet, ce que démontre la ligature préalable des lymphatiques hépatiques. Si, après avoir fait celle-ci, on occlut l'aorte, on supprime tout écoulement par le canal thoracique; or, il y a tout lieu d'admettre que, de même que la lymphe intestinale est plus riche en albuminoïdes que celle des membres, de même la lymphe hépatique est plus concentrée que la lymphe intestinale. Ainsi s'expliquent donc et la conservation de l'écoulement lymphatique et la richesse considérable en albuminoïdes de la lymphe obtenue.

La ligature de la veine porte produit une forte hausse de pression dans les capillaires de l'intestin et de la rate, sans altérer la pression artérielle, d'où filtration, d'après l'hypothèse de Ludwig, d'une lymphe plus abondante et moins riche en matière organique. C'est ce que l'on constate dans l'expérience.

L'obstruction de la cave inférieure augmente fortement la pression dans cette veine, ainsi que dans la veine porte, alors que la pression artérielle générale subit une énorme chute. D'après l'hypothèse de Ludwig, il faut donc s'attendre à une filtration exagérée dans le foie, et à une suppression ou à une diminution de lymphe intestinale. Si, en effet, avant d'obturer la veine cave, on procède à la ligature des lymphatiques du foie, l'occlusion veineuse ne s'accompagne plus d'une augmentation, mais souvent d'une légère diminution de l'écoule-

¹ BAYLISS et STARLING : Observations on venous pressures and their relationship to capillary pressures. *Journal of Physiology*, vol. XVI, 1894.

² STARLING : The influence of mechanical factors on lymph production. *Journal of Physiology*, vol. XVI, 1894.

ment de la lymphe par le canal thoracique, et le liquide obtenu se caractérise par une teneur faible en albuminoïdes. Au contraire, dans l'occlusion simple de la veine cave, la lymphe obtenue est très riche en albuminoïdes, ce qui est dû précisément à son origine hépatique. Voilà donc expliquées très clairement, et par des raisons toutes mécaniques, les expériences que Heidenhain avait jugées inconciliables avec toute théorie physique de la formation de la lymphe. Loin d'avoir battu en brèche la doctrine de Ludwig, elles constituent, comme a pu le dire Starling, l'argument le plus solide qu'on ait invoqué jusqu'ici en sa faveur.

Voyons maintenant comment Starling¹ comprend l'action des lymphagogues. Heidenhain avait déjà vu que l'action des lymphagogues de deuxième ordre est en rapport avec leur coefficient osmotique. Von Brasol, Klicowicz avaient constaté, d'autre part, une dilution très considérable du sang après des injections intra-veineuses de solutions concentrées de sucre et de sels sodiques. Il faut donc admettre que, immédiatement après leur injection dans le sang, ces substances attirent directement des tissus dans le sang une quantité d'eau telle que l'équilibre osmotique, rompu un instant entre le sang et les tissus, soit bientôt rétabli. Mais la paroi des capillaires n'est pas imperméable aux cristalloïdes; tout au plus se laisse-t-elle traverser plus rapidement par l'eau que par leurs molécules. Aussi, le mouvement de l'eau de l'extérieur des vaisseaux vers l'intérieur est-il accompagné d'un mouvement en sens inverse de la substance injectée. Cette exsudation n'est d'ailleurs que l'exagération de la filtration et de la diffusion normales. Or, les conditions sont devenues très favorables à la filtration. L'entrée en masse de l'eau des tissus dans le sang a créé un état de pléthore hydrémique. Et Starling et Bayliss ont démontré que, si la pléthore hydrémique n'est pas accompagnée d'un accroissement marqué de pression artérielle, elle détermine une élévation de pression très considérable dans le système porte et dans la veine cave inférieure, c'est-à-dire une augmentation de la pression capillaire dans tout l'abdomen. Or, c'est de la pression dans les capillaires et non dans les artères que dépend la valeur de la filtration de la lymphe. C'est ce qui explique la forte quantité de lymphe s'écoulant par le canal thoracique. La preuve que ce sont bien ces causes toutes mécaniques, et non une irritation de l'endothélium vasculaire, qui conditionnent le phénomène, c'est que l'on peut s'opposer à toute action lymphagogue du cristalloïde en enlevant, préala-

blement à l'injection, un volume de sang équivalent à l'eau qui sera soustraite aux tissus par la masse du cristalloïde injecté. Dans ces conditions, la solution de ce dernier qui circulera au contact de la paroi vasculaire sera plus concentrée que s'il n'avait pas été fait de soustraction sanguine préalable, mais la masse totale du sang ne sera pas augmentée, il n'y aura pas augmentation de la pression capillaire, et pas d'exagération de la filtration normale. Dans cette expérience, il se produit non de la pléthore hydrémique, mais de l'hydrémie simple, dont Cohnheim avait déjà dit qu'elle n'occasionne pas d'œdème hydrémique glandulaire. Quant à l'argument tiré par Heidenhain d'une concentration éventuelle plus forte du cristalloïde dans la lymphe que dans le sang, il a été réfuté par Cohnstein². Cette richesse plus grande de la lymphe est plus apparente que réelle. Elle provient de ce que, dès l'introduction du cristalloïde dans les vaisseaux, celui-ci tend à en sortir, de sorte que sa concentration dans le sang, maxima au moment de l'injection, diminue progressivement. Or, au moment de la concentration maxima est filtrée une lymphe à concentration correspondante, lymphe qui ne s'écoule par le canal thoracique qu'après un temps plus ou moins long; et si, au moment de la prise de cette lymphe, on saigne l'animal, on trouve nécessairement une plus faible concentration du cristalloïde dans ce sang que dans la lymphe. Le contraire serait étonnant.

La lymphe normale du canal thoracique possède habituellement un point de congélation très légèrement inférieur à celui du sang (Leathes)³. Il en est d'ailleurs de même pour le sang veineux comparé au sang artériel, et celui des veines sus-hépatiques comparé à celui de la veine porte³.

Or, après l'injection des divers lymphagogues de deuxième classe, les altérations que subit la pression osmotique du sang sont suivies par des oscillations parallèles de la tension de la lymphe et les différences observées ne dépassent jamais les différences normales (Leathes).

Il est intéressant de savoir avec quelle rapidité s'effectue l'arrivée dans le sang de l'eau des tissus, sous l'influence d'une injection d'un cristalloïde en solution concentrée. Dans une expérience de Leathes, où 100 centimètres cubes d'une solution concentrée de sucre avaient été injectés en huit minutes, il s'était produit, pendant le même temps, un afflux dans le sang de 800 centimètres cubes d'eau

¹ COHNSTEIN : Ueber intravenöse Injectionen, *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LIX, p. 508; t. LX, p. 291; t. LXII, p. 38; t. LXIII, p. 587; 1895-1896.

² LEATHES : Fluid exchange in tissues. *Journal of Physiology*, vol. XIX, 1895-1896.

³ FANO et BOTTAZZI : *Travaux du Laboratoire de Physiologie de Florence*, 1896.

¹ E. H. STARLING : On the mode of action of lymphagogues. *Journal of Physiology*, vol. XVII, 1895.

des tissus et l'équilibre osmotique était obtenu au moment même où finissait l'injection, ainsi que le prouvait l'arrêt dans l'augmentation de la masse du sang. Un échantillon de lymphe thoracique, recueilli pendant les deux minutes qui suivirent l'arrêt de l'injection, fut trouvé en équilibre osmotique avec le sérum recueilli lors de l'arrêt.

Cette rapidité extrême d'équilibration à travers la paroi des capillaires se conçoit très bien, si l'on songe et à la minceur de cette paroi et à son immense surface.

Pour ce qui est des lymphagogues de première classe, Starling établit d'abord que la lymphe, dont ils provoquent l'écoulement, provient en grande partie, sinon exclusivement, du foie, ce qui explique sa plus grande richesse en albuminoïdes. Une analyse approfondie des phénomènes l'amène à la conclusion que cette augmentation de la production de lymphe hépatique n'est pas due à des changements dans les conditions mécaniques de la circulation à travers le foie, mais à une augmentation de la perméabilité des capillaires de cet organe. D'après le physiologiste anglais, cette transformation des conditions de perméabilité n'est pas un phénomène physiologique, et la production exagérée de lymphe n'est pas l'exagération d'une fonction sécrétoire normale, mais le résultat d'une transformation pathologique de l'endothélium vasculaire.

Cette influence nuisible serait à rapprocher de l'action meurtrière qu'exercent plusieurs lymphagogues de première classe sur les leucocytes (Lewit, Wright).

Et ici apparaît pour la première fois, dans ces recherches sur la formation de la lymphe, le rôle que joue la cloison. On a souvent voulu faire, des différences entre les propriétés filtrantes d'un tissu vivant et du même tissu mort, un argument en faveur des doctrines vitalistes. Il s'agit de s'entendre :

Les expériences de de Vries sur la valeur osmotique des solutions salines ont toutes été faites avec des cellules vivantes et celles-ci se sont comportées comme de vraies osmomètres minuscules à cloison semi-perméable. Ici, sans aucun conteste, les phénomènes observés pendant la vie du protoplasme pariétal sont en accord rigoureux avec les lois physiques de l'osmose. Or, ces mêmes cellules mortes montrent des propriétés osmotiques tout différentes; leur imperméabilité à une foule de substances a disparu. Ceci prouve-t-il contre la nature physique des phénomènes observés pendant la vie? En aucune façon : vivant, le protoplasme pariétal possédait certaines propriétés osmotiques; mort, il en a d'autres; mais ni dans un cas ni dans l'autre il n'intervient *activement* pour régler les échanges. Si donc l'endothélium vasculaire présente vivant et

normal une perméabilité différente de celle qu'il possède en état de maladie ou de mort, cela n'est pas une preuve que la lymphe ne soit pas formée suivant les seules lois physiques de filtration et d'osmose. La vie de la cellule n'a ici pour effet que d'établir et de maintenir certaines conditions de perméabilité. Celles-ci étant données et *ne variant pas d'un moment à l'autre*, la filtration de la lymphe doit s'établir *nécessairement, d'après des lois rigoureuses et bien déterminées*. L'une des conséquences de celles-ci, c'est que jamais une pareille membrane, qu'elle soit vivante ou morte, ne pourra être mouillée sur ses deux faces que par des liquides en équilibre osmotique (en admettant, bien entendu, un temps suffisant pour l'établissement de cet équilibre).

Cette importance de l'intégrité de la paroi capillaire au point de vue de la formation de la lymphe avait été démontrée par de nombreuses expériences de Cohnheim, qui, par l'application de divers irritants, était parvenu à créer des œdèmes locaux sous l'influence d'une pléthore hydrémique.

Tout récemment Magnus¹, en soumettant des lapins et des chiens à l'action de divers poisons (tels que éther, chloroforme, arsenic, phosphore, état urémique...), a pu produire chez eux des œdèmes cutanés étendus, par l'injection de sérum artificiel, qui, à lui seul, ne produisait aucun effet. Ici encore, comme pour les lymphagogues de première classe (d'après Starling), il s'agit bien plutôt d'une véritable lésion de la cellule endothéliale que d'une exagération de sa fonction normale, de sa sécrétion, comme le voudraient Heidenhain ou Hamburger².

Quelles sont donc les conditions de perméabilité de la paroi des capillaires normaux? Des expériences citées plus haut, on peut conclure que tous les éléments cristalloïdes du sang traversent rapidement la paroi des capillaires. En est-il de même des albuminoïdes?

D'après Starling, il y a lieu de faire ici une distinction entre les capillaires, suivant les organes qu'ils nourrissent.

La lymphe des membres contient environ 2-3 % d'albuminoïdes, celle de l'intestin 4-6 %, celle du foie 6-8 %, c'est-à-dire autant ou presque autant que le plasma sanguin.

Or, ces richesses différentes correspondent à des degrés de perméabilité différents. C'est ainsi que la stase veineuse produira des effets très marqués

¹ MAGNUS : Die Entstehung der Hautödeme bei experimenteller hydrämischer Plethora. *Archiv für experimentelle Pathologie*, t. XLII, 1899.

² HAMBURGER : Zur Lehre der Lymphbildung. *Archiv für Physiologie* de Dubois-Reymond, 1895; et *Zeitschrift für Biologie*, 1893.

dans le foie, moindres dans l'intestin et faibles dans les membres. De même la pléthore hydrémique, qui ne produit pas d'écoulement de lymphé dans les membres, accroît dans des proportions colossales le flux de lymphé du canal thoracique. Si donc la lymphé des membres contient moins d'albuminoïdes que la lymphé viscérale, c'est que les capillaires ne laissent passer les albuminoïdes du sérum qu'en beaucoup plus faible quantité. Il existe dans les vaisseaux une concentration de ceux-ci beaucoup plus considérable qu'autour d'eux. Or, les albuminoïdes du sérum auraient, d'après des mesures directes de Starling¹, un pouvoir osmotique d'environ 30 millimètres de mercure, c'est-à-dire que, placés dans un osmomètre à paroi imperméable pour eux, mais perméable aux sels du sérum, ils attirent vers l'intérieur de l'osmomètre le liquide salin avec un effort tel, qu'il faut une pression hydrostatique de 30 millimètres de mercure régulant à l'intérieur de l'osmomètre pour le contrebalancer. Si l'on venait à augmenter la pression interne, le liquide salin filtrerait en dehors et le liquide intérieur s'enrichirait en albuminoïdes. Or, les capillaires des membres constituent une membrane peu perméable aux albuminoïdes du sérum. Ceux-ci retiennent donc à l'intérieur des vaisseaux la masse liquide du sang, et la force de ce pouvoir est celle que mesure l'osmomètre. D'autre part, il règne dans les vaisseaux une pression hydrostatique, la pression sanguine, qui, au niveau des capillaires, atteint une valeur de même grandeur que l'attraction des albuminoïdes, mais s'y exerce en sens inverse, et diminue dans les capillaires veineux. Comme adjuvant des forces osmotiques, il y a lieu de citer la pression intérieure des organes, dont l'action neutralisera une partie de la pression sanguine. Starling² voit, dans le jeu combiné de ces facteurs, un ensemble de forces suffisant pour expliquer, sans aucune intervention active de l'endothélium vasculaire, l'équilibre remarquable qui existe entre liquides intra et extra-vasculaires. Les constituants liquides du sang, sollicités par des forces à peu près égales et d'action contraire, sont, au point de vue du choix qu'ils ont à faire entre l'extérieur et l'intérieur des vaisseaux, dans un état d'incertitude permanent. Cèdent-ils au niveau des capillaires artériels à l'action dominante de la pression sanguine, ils diluent le liquide extra-vasculaire et concentrent le liquide sanguin d'autant (en albuminoïdes) : conditions favorables pour l'établissement d'un mouvement en sens inverse, qui s'effectuera dès que la pression sanguine sera

très légèrement diminuée, c'est-à-dire au niveau des capillaires veineux. Il pourra donc s'effectuer une filtration continue de liquide dans une partie de l'arbre circulaire, avec résorption équivalente dans l'autre.

Dans les parties de l'organisme, le foie par exemple, où la lymphé est très riche en albuminoïdes, le pouvoir osmotique (effectif) du sang sera fortement diminué, le liquide transsudé aura peu de tendance à rentrer dans les vaisseaux. C'est aussi là que se forment les plus grandes quantités de lymphé et que règne d'ailleurs la pression capillaire la plus faible.

D'après les idées de Starling, également soutenues par Cohnstein, ce n'est donc aucunement la tension osmotique totale du plasma qui importe au point de vue des échanges de liquides entre les tissus et le sang, mais la fraction très faible de cette tension qui est due aux substances pour lesquelles l'endothélium vasculaire est peu ou pas perméable, c'est-à-dire les albuminoïdes (tension osmotique effective). Quand on injecte dans les veines d'un animal des solutions concentrées de cristalloïdes, on augmente passagèrement la tension osmotique totale du sang; mais l'équilibre s'établit presque instantanément par sortie d'eau des tissus; d'où dilution considérable du sang et abaissement proportionnel de la tension osmotique effective. Cette diminution de la tension osmotique effective joint ses effets à l'augmentation de pression dans les capillaires qu'amène la pléthore hydrémique, et l'on voit se produire une diurèse abondante et un écoulement exagéré de lymphé thoracique. Mais ces phénomènes ne durent guère et, après quelques heures, l'état normal s'est rétabli.

Quels sont les effets de l'injection de solutions concentrées de colloïdes, telles que le sérum épaissi, la gomme arabique, la gélatine, etc.? Ici aussi, on assiste, sitôt l'injection faite, à une véritable dilution du sang, ainsi que l'atteste la forte diminution du nombre des hématies¹. A ce point de vue donc, identité absolue entre colloïdes et cristalloïdes. Mais l'effet de la pléthore causée par les cristalloïdes était une diminution de la pression osmotique effective du plasma sanguin, qui est augmentée au contraire dans la pléthore due aux colloïdes. Différence essentielle au point de vue de la théorie physique de la filtration, différence essentielle aussi au point de vue du résultat ultérieur de l'injection. Tandis que lymphé et urine coulent abondamment après l'injection des cristalloïdes, il ne se produit, dans la pléthore due aux colloïdes, ni augmentation de l'écoulement de la lymphé, ni accélération de la

¹ E. H. STARLING: The glomerular functions of the Kidney. *Journal of Physiology*, t. XXIV, 1899.

² STARLING: On the absorption of fluids from the connective tissue spaces. *Journal of Physiology*, t. XIX, 1895-96.

¹ CZERNY: Versuche über Bluteindickung und ihre folgen. *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, t. XXXIV.

sécrétion urinaire¹ (quand la solution de colloïde est suffisamment concentrée). Et l'appauvrissement du sang en globules rouges, passager dans le premier cas, peut persister pendant des jours pour le second.

A côté des facteurs (pression capillaire, pouvoir osmotique des albuminoïdes, diffusion), dont l'action a été mise hors de doute par les travaux exposés jusqu'ici, il y a lieu de citer aussi la désintégration moléculaire, qui s'effectue dans les tissus.

C'est Koranyi² qui a insisté particulièrement sur le rôle de celle-ci³. Les phénomènes vitaux s'accompagnent d'une destruction de grosses molécules en molécules plus petites et plus nombreuses, d'où hausse de la valeur osmotique dans les liquides cellulaires et péri-cellulaires, hausse qui est maintenue constante grâce à la continuité de la vie. Cette différence constante de niveau osmotique entre le liquide intra- et extra-vasculaire aura pour effet la sortie d'une certaine quantité d'eau des vaisseaux et agira, par conséquent, comme adjuvant de la filtration due à la pression sanguine. Plus un tissu ou un organe déploieront d'activité vitale, plus intense sera l'action de ce nouveau facteur, plus abondante aussi sera la formation de la lymphe. Asher et Barbera⁴ ont récemment insisté beaucoup sur le rapport existant entre l'activité de diverses glandes et la quantité de lymphe qui s'en écoule et ils en sont arrivés à admettre, comme facteur essentiel et actif de formation de lymphe, non pas l'endothélium vasculaire, mais les cellules glandulaires elles-mêmes. D'après

eux, la pléthore hydrémique n'agirait que grâce à son action excitante sur les diverses sécrétions, et la peptone devrait son activité lymphagogue à son pouvoir cholagogue prononcé.

Pourquoi l'action sur la sécrétion doit-elle être considérée comme primitive, et l'accroissement d'écoulement de lymphe comme secondaire, voilà ce que ne nous disent pas ces auteurs. Et, d'autre part, dans des recherches plus récentes, où, grâce à l'emploi de poisons vasculaires, Asher empêche l'action lymphagogue et cholagogue de la peptone, il n'en obtient pas moins, par l'injection de cristalloïdes, un écoulement de lymphe aussi considérable que normalement.

Il n'en est pas moins vrai que ces travaux ont mis en lumière l'importance de l'activité organique sur la formation de la lymphe, en excluant dans les cas examinés les changements mécaniques de la circulation. Il résulte de cette longue revue qu'il serait imprudent d'être trop exclusif et de vouloir rattacher à telle ou telle cause unique la formation de la lymphe. Les recherches exposées plus haut ont montré la valeur de quelques facteurs. Il en existe probablement encore d'autres, dont de futurs travaux montreront la nature et l'importance.

Dans un second article, nous examinerons le rôle des phénomènes osmotiques dans l'absorption intestinale et les sécrétions glandulaires.

Dr P. Nolf.

Assistant de physiologie
à l'Université de Liège.

LES LOCOMOTIVES A LA FIN DU XIX^e SIÈCLE

La *Revue* a consacré un récent article à l'examen d'ensemble de la machine à vapeur¹; mais, parmi les machines, les locomotives méritent une étude spéciale. L'importance des services rendus par les locomotives, le grand nombre de ces machines à la surface de la terre, nombre qu'on peut estimer à 130.000 ou 140.000, l'augmentation de

leur puissance dans les constructions récentes, enfin l'adoption assez générale de certains types analogues par divers constructeurs, rendent cette étude particulièrement intéressante.

I

Pour arrêter les dispositions d'une locomotive, il convient de préciser la nature des services qu'on lui demande: elle doit remorquer un train de poids donné, avec une vitesse déterminée, sur une certaine ligne de chemin de fer. Ces termes un peu vagues du problème se précisent quand on remarque que la résistance à la traction des trains, composés d'un matériel bien construit et de type déterminé, entretenu en bon état, a une valeur assez constante pour chaque vitesse, sur une voie horizontale (à moins que le train ne soit soumis à l'action d'un vent violent, qui peut en augmenter beaucoup

¹ SERRO: Ueber Diurese. *Archiv für experimentelle Pathologie*, t. XLI.

² KORANYI: *Zeitschrift für klinische Medizin*, t. XXXIII, p. 1, 1898.

³ Voir aussi ROTH: Permeabilität der Capillarwand. *Archiv für Physiologie*, 1899.

⁴ ASHER et BARBERA: Eigenschaften und Entstehung der Lymphe. *Zeitschrift für Biologie*, t. XXXVI, p. 134-238, 1898.

ASHER: *Ibidem*, t. XXXVII, p. 261, 1899.

ASHER et GIES: *Ibidem*, t. XL, p. 480, 1900.

ASHER et BUSCH: *Ibidem*, t. XL, p. 333, 1900.

⁵ Les machines à vapeur en 1900, numéro du 15 septembre 1900, p. 1.001.

la résistance). Cette résistance des trains, exprimée en kilogrammes par tonne, fait connaître l'effort de traction nécessaire pour remorquer chaque tonne¹.

A cette résistance intrinsèque des véhicules s'ajoute celle qui résulte de l'inclinaison de la voie, une rampe d'un certain nombre de millimètres par mètre augmentant d'autant de kilogrammes par tonne la force de traction nécessaire. Les courbes causent aussi une résistance supplémentaire.

Après avoir ainsi défini le fonctionnement normal de la locomotive, il ne faut pas oublier qu'on lui demande de travailler dans des conditions aussi variées que possible, en remorquant des charges moindres à plus grande vitesse, et plus fortes à vitesse réduite. La variation du régime résulte d'ailleurs, avec un même train, des changements de l'inclinaison des voies.

Pendant les périodes de *démarrage*, la locomotive doit fournir l'excès d'effort de traction nécessaire pour imprimer au train une accélération suffisamment rapide.

Le poids de la locomotive a des limites fixées d'après la solidité des ponts qui ont à la porter; en outre, la charge sous chaque roue est limitée par les conditions d'établissement de la voie. Il est d'ailleurs évident que la locomotive doit être essentiellement une machine légère relativement à sa puissance, puisqu'elle constitue une masse à un certain point de vue inutile qui s'ajoute au train utilement transporté.

Une autre sujétion résulte de la nécessité d'inscrire le profil transversal de la locomotive dans le *gabarit* de la ligne qu'elle doit parcourir. Les gabarits diffèrent beaucoup d'un pays à l'autre: ils sont très petits en Angleterre, moins resserrés dans l'Europe continentale; c'est en Amérique qu'ils atteignent les plus grandes dimensions, en hauteur et en largeur.

Il est de première importance que la locomotive circule avec une entière sécurité sur les rails, aux plus grandes vitesses; il ne faut pas qu'elle fatigue outre mesure ni qu'elle déforme la voie, et même elle doit franchir aisément, sans être exposée au déraillement, les inégalités accidentelles qu'on n'est jamais sûr d'éviter absolument, quelque soin qu'on apporte à l'entretien.

Enfin la locomotive doit satisfaire à la condition primordiale de tout appareil industriel: elle doit travailler économiquement.

Le prix de revient du service des locomotives

dépend d'ailleurs non seulement des machines elles-mêmes, mais beaucoup de l'usage qu'on en fait. Quand on emploie des locomotives puissantes à remorquer des charges réduites, on les ménage; les dépenses d'entretien et de combustible sont modérées; pourvu que les charges ne soient pas par trop insuffisantes, il est probable que, rapportées au cheval-heure, ces dépenses atteindraient leur minimum. Au contraire, on peut surmener les machines, leur faire trainer la charge la plus lourde qu'elles puissent prendre, pour une vitesse déterminée; la production de la chaudière est alors forcée jusqu'à ses dernières limites, et la vapeur n'est pas utilisée économiquement. Les dépenses de combustible et aussi d'entretien augmenteront beaucoup. Mais les frais de personnel sont mieux utilisés: les charges de capital sont moindres, et cette marche, rapportée à la tonne kilométrique transportée, peut être la plus avantageuse. En un mot, il ne s'agit pas de produire l'unité de travail (le cheval-heure fourni par le moteur avec la moindre dépense, il faut abaisser au minimum le prix de revient des transports, par exemple le prix de la tonne transportée à un kilomètre, en tenant compte de toutes les dépenses du chemin de fer.

II

L'effet utile de la locomotive peut se mesurer par un certain effort de traction et par une certaine vitesse: en multipliant l'effort par la vitesse, on obtient l'expression de la *puissance* de la machine¹. C'est la puissance utile, qui résulte de l'effort de traction sur le crochet d'attelage; mais la puissance de la locomotive se présente sous trois états successifs: la vapeur, en poussant les pistons, produit d'abord la *puissance indiquée*; vient ensuite la *puissance effective* du moteur, qui résulte de la poussée horizontale exercée sur les rails par les roues motrices: par suite des frottements du mécanisme, cette puissance effective est moindre que la puissance indiquée. Enfin, pour arriver à la puissance utile, on subit un second déchet, fort important, parce que la locomotive doit se trainer elle-même, avec son tender qui porte les approvisionnements d'eau et de charbon qu'on juge nécessaires, suivant la longueur du parcours. On doit toutefois remarquer qu'une portion de la diffé-

¹ Pour fixer les idées, on peut admettre, aux vitesses de 25, 50, 75 et 100 kilomètres à l'heure, des résistances de 2 — 3,5 — 5 et 6,5 kilogrammes par tonne; toutefois, ces valeurs sont assez variables, suivant les dispositions du matériel.

¹ La définition de la puissance, quotient du travail par la durée, est rappelée dans l'article précité de la *Revue* (15 septembre 1900, p. 1001). Le produit d'une *force* par une *vitesse*, c'est-à-dire par le quotient d'un espace parcouru par la durée du parcours, est le produit d'une force par un parcours, c'est-à-dire un *travail*, divisé par une *durée*; c'est donc bien une *puissance*. Même les techniciens confondent souvent, d'une manière fâcheuse, les expressions fondamentales: *force*, *travail* et *puissance*.

rence entre la puissance effective et la puissance utile correspond au travail absorbé par la résistance de l'air, dont une fraction serait, en toute rigueur, attribuable au train, en partie masqué par le tender.

C'est surtout aux vitesses extrêmes que le poids même de la locomotive et du tender vient en réduire beaucoup l'effet utile. A mesure que la vitesse augmente, l'effort maximum de traction qu'on peut produire diminue, parce que, d'une part, la production de la vapeur ne peut augmenter proportionnellement à la vitesse, et parce que les *laminages* de vapeur réduisent de plus en plus la pression sur les pistons. D'ailleurs, la locomotive elle-même, avec son tender, exige une part croissante de cet effort réduit : on est obligé de diminuer de plus en plus la charge utile, si bien qu'on arrive à une limite où elle serait nulle.

A petite vitesse, lorsque la grandeur de l'effort moyen nécessaire tient à la montée de fortes rampes, le poids de la locomotive devient une fraction importante du poids total remorqué, jusqu'à ce qu'on arrive à la rampe limite où elle se remorque-rail seule.

La liaison de deux ou plusieurs essieux, à l'aide de *bielles d'accouplement*, qui les obligent à tourner ensemble, permet de profiter, pour l'adhérence, du poids supporté par les essieux ainsi couplés.

Pour remorquer de très fortes charges, à vitesse nécessairement réduite, on a besoin d'une grande adhérence, la grandeur de l'effort de traction résultant des dimensions des cylindres et du faible diamètre des roues. Dans certains cas, on arrive à l'*adhérence totale*, tous les essieux étant moteurs.

L'effort de traction, qui s'exerce à la jante des roues motrices, ne doit pas dépasser la limite de l'adhérence, sinon les roues se mettent à *patiner* au lieu d'avancer en roulant sur les rails. Cette limite d'adhérence, assez variable, peut atteindre le sixième ou le cinquième du poids que la roue fait porter au rail ; elle s'abaisse beaucoup quand les rails sont humides, mais le sable permet de la ramener à une valeur à peu près suffisante.

La limite du poids sous les roues, qui dépend de la constitution des voies, paraît être actuellement, sur les grandes lignes françaises, de 17 à 18 tonnes pour l'ensemble des deux roues d'un essieu. Ce poids est parfois dépassé en Angleterre et aux États-Unis ; on trouve des exemples d'essieux chargés à 20 et 22 tonnes. En outre, on doit tenir compte, dans une certaine mesure, du rapprochement plus ou moins grand des différents essieux.

On ne peut pas aller plus loin, c'est-à-dire utiliser toute la puissance de la machine en remorquant de plus fortes charges à des vitesses encore réduites,

parce que l'effort de traction devrait dépasser celui que l'adhérence permet d'utiliser. Il est alors nécessaire d'employer d'autres dispositions, par exemple de recourir à la crémaillère.

Il est clair qu'il est aisé de construire des locomotives n'atteignant pas les limites de poids imposées, et de puissance réduite. Cela est quelquefois utile, surtout pour des réseaux secondaires ; mais, en général, les chemins de fer ne manquent pas de locomotives anciennes, relativement faibles, qui conviennent pour les services faciles.

On a parfois critiqué la largeur usuelle des voies, 1^m,44 environ entre les bords intérieurs des rails, en disant qu'elle imposait une limite fâcheuse à la puissance des locomotives, et qu'une largeur un peu plus grande aurait permis une amélioration considérable dans la construction de ces machines. On faisait cette critique il y a quinze ou vingt ans ; et, depuis cette époque, bien que la largeur des voies n'ait pas été augmentée, on a énormément accru la puissance des locomotives. Il est certain que le constructeur de locomotives trouve en général que la place lui est étroitement mesurée pour loger tous les organes de la machine et leur donner des dimensions suffisantes. Mais il n'est pas évident qu'une voie plus large permettrait d'augmenter beaucoup la puissance des machines, parce que, pour en profiter, il faudrait dépasser les limites des poids que peuvent porter les rails ; il faudrait donc une voie non seulement plus large, mais encore plus robuste. Or, qu'on donne simplement aux constructeurs de locomotives cette voie renforcée, ils sauront bien accroître encore la puissance de leurs machines.

Dans l'étude de la locomotive, on considère séparément la *chaudière*, qui produit la vapeur, le *moteur*, qui l'utilise, et le *véhicule*, qui porte l'ensemble. C'est une division du sujet commode ; mais, pour la construction de nouvelles locomotives, il faut prendre garde de se laisser entraîner à la détermination séparée de ces différentes parties, qui doivent s'assembler entre elles d'une façon étroite, de manière à composer un ensemble homogène. Tous les organes d'une locomotive dépendent les uns des autres, et, si on ne les détermine pas comme membres d'un corps unique, on risque de créer un monstre, au lieu de produire une machine présentant les qualités nécessaires d'harmonie et d'unité.

III

La chaudière de locomotive est assez compliquée, mais elle s'adapte bien aux conditions spéciales qui lui sont imposées.

Il est digne de remarque que, malgré des essais de dispositions nouvelles, parfois très ingénieuses,

telles que l'emploi des foyers circulaires en tôle ondulée de la marine, la suppression complète de la boîte à feu avec le foyer, remplacés par une chambre en briques, on s'en est toujours tenu, en pratique, au vieux système de la chaudière tubulaire avec ses différentes parties agencées de même.

Cette chaudière se compose d'une *boîte à feu*, dans laquelle se trouve placé le *foyer*, d'un *corps cylindrique*, fixé à la boîte à feu et traversé par un grand nombre de tubes qui reçoivent les gaz chauds produits dans le foyer, d'une *boîte à fumée*, où pénètrent les gaz sortant des tubes, et que surmonte la cheminée.

Le foyer est formé de quatre faces à peu près verticales, et d'un *ciel* horizontal, qui le ferme à la partie supérieure; il est ouvert à la partie inférieure, où est placée la *grille*.

La boîte à feu a des faces verticales placées à petite distance de celles du foyer, auxquelles elles sont reliées par des *entretoises*; à la base, un *cadre* ferme l'espace occupé par des *lames d'eau* entre les tôles voisines.

La face avant du foyer, dite *plaque tubulaire*, est percée de trous où s'ajustent les tubes, dans la partie qui correspond au corps cylindrique.

La face supérieure de la boîte à feu peut être une paroi plane, rattachée par des entretoises au ciel du foyer; c'est la disposition la plus solide et la plus simple, qu'on applique de plus en plus fréquemment dans les constructions récentes.

On a beaucoup employé, notamment dans la construction anglaise, une boîte à feu fermée à la partie supérieure par un berceau demi-cylindrique qui prolonge le corps cylindrique; la consolidation du ciel du foyer est alors plus difficile. Cette disposition donne une ligne très simple à la silhouette extérieure de la locomotive; mais, à mesure que ceux qui voient les machines se rendent mieux compte des conditions de résistance des diverses parties, ils en arrivent à préférer, au simple point de vue esthétique, les formes qui indiquent la construction la plus logique.

La largeur de la grille est souvent limitée à un mètre, parce qu'elle est contenue dans le *foyer*, monté lui-même à l'intérieur de la *boîte à feu* descendant entre les longerons, placés entre les roues. D'autre part, la longueur de la grille ne peut guère dépasser 3 mètres, pour la commodité du chargement. Toutefois, dans certains cas, la boîte à feu débordé au-dessus des longerons intérieurs et même des roues, ce qui augmente la largeur de la grille: cette disposition a été appliquée en Belgique par feu M. Belpaire, et le foyer Wootten, usité sur certaines locomotives américaines, renferme une grille destinée à brûler des anthracites

menus, dont la surface atteint 9 mètres carrés.

Dans les locomotives à grandes roues, on a pendant longtemps placé le *corps cylindrique* en grande partie entre les roues, ce qui en limitait étroitement le diamètre, puisque la tôle de la chaudière doit toujours rester à quelque distance des roues; on paraissait attacher quelque importance à ce que l'axe de la chaudière ne fût pas placé trop haut. Mais on a reconnu, depuis plusieurs années, qu'il n'y avait aucun inconvénient à élever cet axe beaucoup plus qu'on ne le faisait précédemment: le diamètre du corps cylindrique peut alors être suffisamment augmenté pour les locomotives à grandes roues comme pour les autres: on trouve, sur certaines machines américaines, des diamètres dépassant 2 mètres, et la hauteur de l'axe au-dessus du rail atteint 2^m.900.

Les *tubes*, traversés par les gaz chauds du foyer, donnent une surface de chauffe étendue dans une chaudière relativement petite. Pour une longueur donnée entre les deux *plaques tubulaires* où ils s'ajustent, et pour une même section transversale du corps cylindrique à garnir de tubes, cette surface de chauffe est d'autant plus grande que les tubes sont plus rapprochés et de plus petit diamètre.

Mais il y a inconvénient à serrer par trop les tubes: dans les plaques tubulaires, les parois métalliques trop minces, qui restent entre les trous, se rompent aisément; d'autre part, les tubes trop serrés ne laissent plus assez d'espace dans la chaudière pour l'accès de l'eau et le dégagement de la vapeur, et les intervalles trop étroits se remplissent facilement d'incrustations déposées par les eaux calcaires ou séléniteuses. Aussi ne paraît-il pas avantageux de descendre au-dessous de 45 millimètres pour le diamètre extérieur des tubes ce qui donne 40 millimètres environ à l'intérieur, et il convient que la distance de centre à centre de ces tubes dépasse 60 millimètres.

Une application intéressante, fréquente surtout en France, est celle des tubes *Serve* à ailettes intérieures: ces ailettes augmentent la surface en contact avec les gaz chauds, et on peut alors employer des tubes plus gros (70 millimètres à l'extérieur) en moins grand nombre.

L'emploi des tubes à ailettes a définitivement tranché, par un argument pratique irrefutable, une ancienne discussion sur la manière de mesurer la surface de chauffe des chaudières: les uns comptaient la surface intérieure des tubes, en contact avec les gaz chauds, les autres la surface extérieure, baignant dans l'eau. On avait une certaine préférence pour cette seconde méthode, parce qu'elle donne de plus grands nombres, qui font meilleur effet sur le papier. Mais les tubes à ailettes inté-

rieures, dont la surface mouillée est fort réduite par rapport à la surface chauffée, donnent de bons résultats; c'est donc cette dernière qui est la plus importante. Une autre preuve de ce fait se voit dans le faible échauffement du métal des chaudières : cette heureuse circonstance tient à ce que la chaleur entre difficilement dans la tôle, tandis qu'elle sort aisément dans l'eau.

On ne doit pas considérer uniquement la surface de chauffe des tubes, mais il faut tenir compte de la section transversale, qui détermine le passage ouvert aux gaz chauds, se rendant du foyer à la cheminée. Trop petite, cette section diminue l'activité du tirage. On est le plus souvent obligé, pour consolider l'emmanchement des tubes dans la plaque tubulaire du foyer, d'y enfoncer des *baques* ou *viroles*, qui réduisent beaucoup la section à l'entrée.

Un organe essentiel et caractéristique de la locomotive est la *tuyère d'échappement*, qui rejette dans la cheminée la vapeur sortant des cylindres, de manière à produire un tirage forcé des plus intenses. Il convient que l'appel soit énergique, qu'il puisse être gradué suivant les besoins, que l'air soit également réparti sur toute la surface de la grille, et que la tuyère d'échappement ne crée pas une contre-pression trop forte sur les pistons.

Certaines études théoriques et quelques expériences spéciales ont été faites pour déterminer les meilleures dispositions de l'échappement. Néanmoins, les résultats de ces recherches sont loin d'être complets, et c'est d'après quelques règles empiriques assez mal établies qu'on dispose habituellement les tuyères d'échappement des locomotives. Il y a place pour de nouvelles études, et pour des perfectionnements peut-être importants.

Les *boîtes à fumée* étaient autrefois aussi petites que possible. Depuis une dizaine d'années, on a beaucoup appliqué en Europe la *boîte à fumée allongée*, longue de deux mètres environ, originaire d'Amérique. Grâce à sa vaste capacité, elle peut recueillir une grande quantité d'escarbilles, entraînées par le tirage actif, sans que ces escarbilles accumulées viennent obstruer le débouché des tubes. Les ingénieurs européens ont récemment appris, avec une certaine surprise, qu'un retour à la boîte de plus petite dimension paraissait se produire en Amérique, tandis qu'ils étendaient les applications de la boîte agrandie. Voici les motifs de cette nouvelle pratique américaine. On pousse tellement la combustion, aux États-Unis, que les entraînements d'escarbilles sont énormes : aucune boîte à fumée, quelle qu'en fût la capacité, ne saurait les recueillir en totalité. A quoi bon alors en garder une fraction ? On a pris le parti de disposer les appareils pour que les escarbilles soient rejetées par la cheminée, toutefois après s'être broyées par le choc contre

les parois de la boîte à fumée, afin d'éviter la projection de gros fragments pouvant allumer des incendies.

La pression effective de la vapeur s'élève à 14, 15 et même 16 kilogrammes par centimètre carré pour les locomotives compound; elle est généralement limitée à 10 ou 12 kilogrammes par centimètre carré pour les locomotives à simple expansion. L'emploi de tôles d'acier doux, de qualité très uniforme, a permis à la fois d'augmenter la pression et les dimensions de la chaudière sans accroître l'épaisseur du métal autant qu'il l'aurait fallu d'après les règles anciennes. Pour les foyers, on emploie en Europe le cuivre, tandis qu'en Amérique on les construit en tôles d'acier beaucoup plus minces; il en résulte non seulement une économie sur le prix du métal, mais encore une réduction fort appréciable du poids. En Europe on a trouvé jusqu'ici que la durée des foyers d'acier était trop courte, et qu'il en résultait une augmentation de dépenses pour l'entretien; en présence de la nécessité d'augmenter toujours la puissance des machines, sans dépasser certaines limites de poids, il serait désirable qu'on pût arriver à construire dans de bonnes conditions des foyers très légers.

Pour apprécier, d'une manière générale, une chaudière de locomotive, il convient de considérer la production de la chaleur, qui dépend des dispositions du foyer, des tubes, de l'échappement et principalement de la *surface de la grille*, et l'utilisation de la chaleur produite, qui est en rapport avec la *surface de chauffe*. L'action des différentes parties de la surface de chauffe d'une chaudière est fort inégale : tandis que les premiers mètres carrés de cette surface, en contact avec les gaz très chauds de la combustion, et surtout ceux qui forment la *surface de chauffe directe*, qui reçoivent en outre la chaleur rayonnante dégagée par le combustible, absorbent beaucoup de chaleur dans un temps donné, la transmission est bien moins active à travers les derniers mètres carrés, baignés par des gaz déjà refroidis. La production des chaudières est donc loin d'être proportionnelle à la surface de chauffe.

IV

De même que la chaudière, le mécanisme de la locomotive est resté le même en principe depuis soixante ans : la distribution de la vapeur est toujours effectuée dans chaque cylindre par un tiroir unique, commandé par un appareil de changement de marche, tel que l'ancienne *coulisse de Stephenson*. Cette coulisse est encore usitée, mais souvent on fait usage d'autres mécanismes équivalents, plutôt à cause des convenances de l'installation dans chaque cas particulier, qu'en raison de

leurs avantages intrinsèques comme appareils de distribution. Parmi ces mécanismes, celui de Walschaerts, fort employé en Belgique, en France et en Allemagne, convient surtout pour commander des tiroirs placés au-dessus de cylindres extérieurs. Le mécanisme de Walschaerts prend un des mouvements de commande du tiroir sur la crosse du piston, ce qui élimine l'influence perturbatrice de l'obliquité de la bielle motrice, d'où résultent, avec d'autres systèmes, des inégalités dans l'admission sur les deux faces du piston.

Les essais de distributions perfectionnées, à tiroirs superposés, à obturateurs multiples, sont restées à l'état d'applications isolées.

Au tiroir plan ordinaire, qui consomme un travail notable en frottements inutiles et même nuisibles, car ils produisent une usure rapide des surfaces frottantes et des mécanismes, on substitue assez fréquemment aujourd'hui le *tiroir cylindrique*, dont l'emploi est d'ailleurs ancien, car M. Ricour l'avait appliqué vers 1883 aux locomotives des *Chemins de fer de l'Etat français*.

La modification la plus importante qui ait été apportée au système ancien des locomotives se voit dans l'emploi de plus en plus fréquent de la disposition compound, où la vapeur travaille successivement dans deux cylindres de dimensions croissantes, entre lesquels se trouve un réservoir intermédiaire de vapeur. Quelquefois ce réservoir est supprimé, et la vapeur passe directement du petit dans le grand cylindre : c'est la disposition connue sous le nom de *Woolf*.

Comme la locomotive ordinaire, à simple expansion, avait deux cylindres, il a suffi d'en remplacer un par un cylindre plus grand pour obtenir la marche en compound, comme l'a fait M. Mallet vers 1872. Mais comme ce second cylindre n'est plus directement en communication avec la chaudière ; certaines dispositions spéciales sont nécessaires pour assurer le démarrage. Un très grand nombre de systèmes divers ont été imaginés à cet effet ; mais, en général, on paraît à peu près d'accord aujourd'hui pour préférer la première disposition appliquée par M. Mallet, et qui consiste à séparer les deux cylindres, en donnant un échappement à l'extérieur au premier, et une admission directe au second.

Les locomotives compound à deux cylindres sont très nombreuses, surtout en Allemagne et en Autriche. Mais, dans bien des cas, on a préféré multiplier le nombre des cylindres, porté à trois et plus souvent à quatre, d'abord parce qu'avec deux cylindres seulement on arrivait parfois à des dimensions excessives et gênantes pour le second cylindre, ensuite afin de réduire les efforts que supportent les pièces du mécanisme.

Les locomotives compound à trois cylindres ont été construites depuis longtemps par l'ingénieur F. W. Webb : deux petits cylindres, à haute pression, attaquaient un essieu à la manière ordinaire ; un gros cylindre unique, à basse pression, commandait un autre essieu, non accouplé avec le précédent. Cette disposition, présentant divers inconvénients, ne s'est pas développée en dehors du matériel du *London and North-Western Railway*. On a aussi construit des locomotives compound à trois cylindres, avec un cylindre à haute pression placé au centre et deux cylindres à basse pression extérieurs.

Quatre cylindres, dont deux à haute pression et deux à basse pression, se prêtent à plusieurs montages différents. Dans le système Vaclain, usité aux États-Unis, il y a de chaque côté de la locomotive un groupe formé d'un cylindre à haute pression et d'un cylindre à basse pression superposés, avec distributeur unique de vapeur ; les deux tiges de piston sont attelées sur une traverse verticale qui porte au milieu l'articulation de la petite tête de la bielle motrice. D'autres fois, les cylindres sont en tandem, placés l'un derrière l'autre.

Une disposition très intéressante, qui a reçu de nombreuses applications, surtout en France, est celle des cylindres formant deux groupes séparés, qui commandent chacun un essieu. On avait d'abord pensé qu'on pourrait supprimer l'accouplement des deux essieux, commandés séparément par les deux groupes, ainsi que l'avait fait M. Webb, mais on a reconnu qu'il y avait grand avantage, au point de vue de l'équilibre des pièces et de la bonne marche de la machine qui en résulte, à conserver l'accouplement.

Outre les avantages propres au système compound, qui utilise mieux la vapeur que la simple expansion, cette disposition, en divisant entre deux groupes la puissance totale, a ramené la locomotive moderne, utilisant la vapeur à très haute pression, aux conditions favorables des anciennes locomotives travaillant à pression modérée, parce que la haute pression totale n'agit qu'en deux fractions successives. La fatigue des pièces, se traduisant en lourdes dépenses d'entretien, devenait excessive pour les locomotives ordinaires, à mesure que la pression augmentait, parce qu'on n'arrivait pas à donner à ces pièces des dimensions suffisantes : la disposition compound à quatre cylindres a fourni une bonne solution d'un problème fort difficile. Elle a permis d'obtenir des machines excellentes, sans augmenter les dépenses de traction. Si la dépense d'achat est un peu plus forte, elle est largement compensée par l'économie de combustible qui résulte de la disposition compound, et, d'autre part, la multiplicité des mécanismes n'augmente

pas les dépenses d'entretien autant qu'on pourrait le craindre, parce que ces mécanismes s'usent bien moins vite que ceux des locomotives à simple expansion.

La cause de l'économie de combustible est double : d'abord, la disposition compound exige moins de vapeur pour la production d'une puissance donnée; et, par suite de cette réduction de la dépense de vapeur, la chaudière est moins surmenée, de sorte que la production, par kilogramme de combustible brûlé, est plus forte.

On a parfois supposé que la locomotive compound était moins *élastique* que la locomotive ordinaire, c'est-à-dire se prêtait moins bien à des services très variables, et surtout qu'elle ne prenait pas aussi facilement de grandes vitesses. Mais la pratique a fait justice de ces préjugés. Il est juste d'ajouter que les inconvénients signalés ont pu quelquefois se produire, mais ils tenaient à des dispositions vicieuses qui ont été améliorées.

V

Les dispositions de la locomotive, envisagée comme véhicule qui roule sur les rails, demandent à être déterminées avec le plus grand soin : ces dispositions laissent quelquefois à désirer dans certaines constructions anciennes. Les conditions d'adhérence exigent l'accouplement d'un nombre d'essieux variable, suivant la grandeur de l'effort à produire, la charge sous chaque essieu étant limitée. Cette limite est fixée pour la locomotive pesée sur des bascules formant une voie bien horizontale, les ressorts étant soigneusement réglés. Mais lorsque la locomotive roule sur les rails, plusieurs causes modifient constamment la répartition de la charge entre les diverses roues. Ce sont d'abord les oscillations, parfois assez étendues, de la masse suspendue, oscillations qui font varier la tension des ressorts et, par conséquent, la force avec laquelle ils pressent les boîtes des essieux. D'autre part, les flexions et les inégalités de la voie agissent aussi sur les ressorts et, par suite, sur la charge, en abaissant et en soulevant les roues. En outre, l'effort vertical variable que la crosse du piston exerce sur ses glissières, celui qui résulte, sur certaines locomotives, de l'inclinaison des cylindres, enfin, l'effet de l'inertie des masses tournantes, quand elles ne sont pas parfaitement équilibrées, viennent constamment modifier la charge sous chaque roue. Cette dernière action augmente comme le carré de la vitesse et prend, dans certains cas, une grande importance.

En résumé, la charge sous chaque roue, au lieu de conserver la valeur trouvée au repos lors du pesage, varie entre deux limites, parfois assez éloi-

gnées. Il en résulte d'une part un accroissement de la fatigue du rail, et, d'autre part, un risque de déraillement lorsque la limite inférieure s'abaisse par trop. Quand ces écarts sont peu importants, il semble qu'on pourrait, sans inconvénient, relever un peu la limite imposée à la charge moyenne de chaque essieu.

Au point de vue de la conservation de la voie et de la sécurité de la circulation, les charges verticales sur les rails ne sont pas seules à considérer : les actions horizontales, qui s'exercent perpendiculairement à la voie et qui résultent de la poussée transversale des roues et surtout du choc des mentonnets des bandages contre le rail, ont une très grande importance. Diverses causes, notamment les inégalités de la voie, impriment parfois à la locomotive un mouvement de *lacet* ou d'oscillation autour d'un axe vertical. Lorsque toutes les roues sont resserrées vers la partie centrale de la locomotive, qui n'a ainsi qu'une courte *base d'appui*, et qui présente aux extrémités des parties importantes en *porte-à-faux*, on comprend que le lacet prenne facilement une grande importance : les mentonnets des roues extrêmes viennent choquer le rail avec violence, et il peut en résulter des déformations et des *ripages* de voies, dangereux pour la locomotive même qui les produit ou pour les trains suivants. L'intensité de ces actions augmente beaucoup avec la vitesse. Le danger résulte aussi de la coïncidence d'un violent choc transversal et d'une forte réduction de la charge qui appuie la roue d'avant sur le rail.

Au contraire, quand les essieux extrêmes sont placés loin du milieu de la locomotive, surtout quand le premier essieu se trouve tout à fait à l'avant, il s'oppose plus efficacement au lacet, et les chocs contre le rail sont moins violents. De plus, si cet essieu peut prendre un déplacement transversal, contrôlé par des ressorts ou des *plans inclinés*, les chocs contre le rail s'en trouvent fort amortis. L'amélioration est encore plus importante quand l'avant de la locomotive est supporté par un *bogie* ou train de deux essieux, qui répartit entre ses deux roues placées d'un même côté l'action latérale contre les rails et qui, en outre, distribue également la charge entre ses quatre roues, de sorte que les variations de la charge verticale sous les roues d'avant sont fortement atténuées.

Pendant longtemps, le bogie a été considéré uniquement comme un appareil facilitant la circulation des locomotives dans les courbes raides, mais inutile sur les lignes peu sinuées. Certes, le bogie se prête fort bien au passage dans les courbes, mais, en outre, il améliore beaucoup la circulation sur toutes les lignes, en réduisant les efforts verticaux et horizontaux que la locomotive

exerce sur les rails, et en se prêtant aux sinuosités accidentelles que peuvent présenter les rails.

L'opinion de presque tous les ingénieurs de chemins de fer est unanime sur ce point, et les applications du bogie n'ont cessé de se multiplier sur la plupart des chemins de fer d'Europe (On sait qu'en Amérique le bogie est d'un usage général, et qu'il existe à peu près depuis l'origine de la locomotive). Il y a peu d'années encore, les administrations de quelques réseaux importants de divers pays étaient restées rebelles à l'emploi du bogie, prétendant que, sur leurs voies peu sinuées et bien entretenues, il ne constituait guère qu'un supplément de poids à peu près inutile; mais successivement on a vu disparaître ces dernières résistances.

Pour que le bogie ait toute son efficacité, il convient qu'il ait la plus grande liberté de déplacement dans tous les sens, contrôlée par des moyens de rappel suffisants : c'est ce qu'on obtient en ajoutant, au pivotement autour de la cheville ouvrière, la faculté de déplacement transversal. Quel-

quefois on considère seulement la circulation de la machine dans des courbes régulières, et le seul déplacement que puisse prendre le bogie correspond à l'inscription *radiale* des essieux dans la courbe; c'est ce que réalise la disposition de *Bissel* où le bogie est articulé sur une cheville ouvrière placée vers le milieu de la locomotive. Les dispositions de ce genre, qui suffisent pour l'inscription en courbe régulière, manquent de souplesse pour l'entrée en courbe et pour le passage sur diverses parties sinuées des voies. Toutefois, l'articulation de *Bissel* peut convenir pour les trains directeurs d'un seul essieu (inférieurs, d'ailleurs, au bogie, mais commodes dans certains cas).

Il convient, en outre, pour que bogie ménage autant que possible les voies, qu'il ne soit pas trop chargé et qu'il soit placé tout à fait à l'avant de la locomotive, le pivot se trouvant à peu près sous la cheminée. Avec le matériel des grands chemins de fer, une charge de 14 à 18 tonnes, également répartie sous les quatre roues du bogie, paraît très convenable.

En résumé, l'emploi du bogie est l'une des ca-

racléristiques de la construction moderne des locomotives. Même avec plusieurs essieux accouplés, on l'applique fréquemment : notamment les puissantes locomotives à quatre et même à cinq essieux couplés qu'on construit aux Etats-Unis en sont munies. On estime assez haut les services du bogie pour sacrifier l'avantage évident de l'adhérence totale pour ces fortes locomotives à marchandises. Bien entendu, la charge que porte le bogie est alors réduite au minimum.

Toutefois, pour ces locomotives, on se contente assez fréquemment d'un seul essieu porteur à l'avant, muni de l'articulation *Bissel* ou d'une disposition équivalente.

VI

Quelques exemples de locomotives récentes compléteraient ces

considérations générales. Le nombre des essieux couplés fournit un élément simple de classification. En outre, on range dans des catégories spéciales les *machines-tenders* qui portent leur

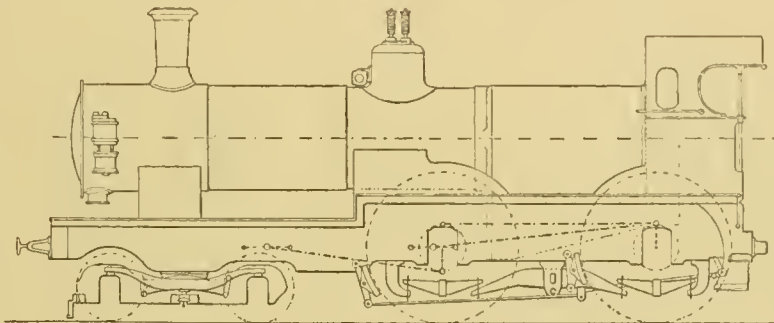


Fig. 1. — Locomotive à grande vitesse, à deux essieux couplés et bogie, compound à quatre cylindres, des Chemins de fer de l'Ouest.

approvisionnement d'eau et de combustible, et les machines dites *articulées*, où les divers essieux moteurs ne restent pas toujours parallèles.

Les locomotives à un seul essieu moteur, dites à essieux *libres* ou *indépendants*, ne sont plus que rarement employées. Même avec une charge très forte sous l'essieu moteur unique, elles manquent d'adhérence dans bien des cas. On en a encore construit récemment quelques exemplaires en Angleterre et aux Etats-Unis; mais on peut dire que c'est un type condamné en principe. Si elles suffisent à la rigueur pour les trains très rapides à rares démarrages, il est difficile de les employer dans d'autres cas; cette spécialisation forcée est, en pratique, un inconvénient sérieux, que ne vient racheter aucun avantage bien marqué.

La locomotive normale à grande vitesse a aujourd'hui deux essieux couplés précédés d'un bogie. La disposition *compound* à quatre cylindres, usitée sur tous les grands réseaux français, convient parfaitement pour ce genre de machines (fig. 1).

Pour les services les plus rapides, il n'est pas nécessaire de construire des locomotives présentant des dispositions extraordinaires permettant

de réduire la vitesse des pistons, telles que des roues de diamètre énorme; les diamètres de 2 mètres à 2^m,100 suffisent parfaitement pour les plus grandes vitesses que puissent supporter les voies; mais il faut des locomotives très puissantes et relativement légères. En somme, les vitesses maxima atteintes aujourd'hui en pleine marche ne dépassent guère celles qu'on obtenait quelquefois sur les pentes il y a bien longtemps; mais la locomotive moderne soutient ces vitesses plus longtemps, et

trois essieux couplés et à bogie (fig. 3); en donnant aux roues couplées un assez grand diamètre, 1^m,700 environ, on obtient une machine pouvant marcher vite, tout en exerçant un grand effort de traction. Ces machines conviennent pour presque tous les services de chemins de fer; il n'y a guère que les grands trains de marchandises sur fortes rampes et les trains très rapides qu'elles ne puissent remorquer dans de bonnes conditions. Sur les réseaux du Nord et du P.-L.-M., notamment, on

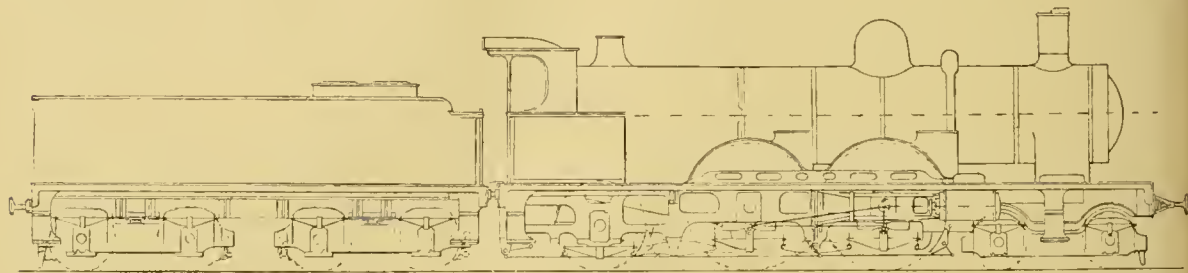


Fig. 2. — Locomotive à grande vitesse, à deux essieux couplés, bogie à l'avant, et essieu porteur à l'arrière, compound à quatre cylindres, des Chemins de fer du Nord (type Atlantic); tender à bogie.

surtout elle marche vite sur les paliers et sur les rampes, de manière à se rapprocher de l'uniformité de la vitesse, toujours grande; en outre, elle démarre rapidement.

Afin d'augmenter encore la puissance des locomotives à grande vitesse, il faut les munir d'une chaudière plus grande, et alors le poids devient trop lourd pour les deux essieux couplés et le

les trouve avantageuses pour la remorque des trains de marchandises à des vitesses accélérées. Ces trains s'intercalent plus facilement entre les trains de voyageurs, sans avoir à perdre un temps énorme en garages; le matériel et le personnel sont mieux utilisés, et il en résulte une large compensation de la petite augmentation de la dépense de combustible, qui peut résulter d'une vitesse plus grande.

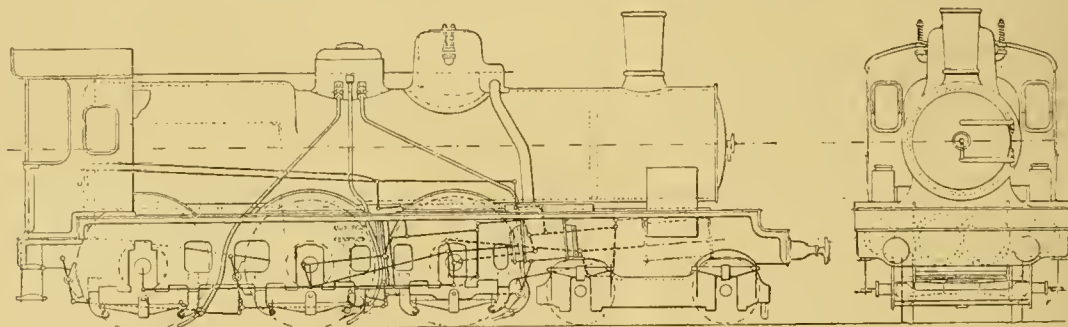


Fig. 3. — Locomotive à trois essieux couplés et à bogie, compound à quatre cylindres, des Chemins de fer d'Est.

bogie. On est alors conduit à munir la machine d'un cinquième essieu, essieu porteur placé à l'arrière, sous un très vaste foyer. Les deux essieux couplés sont alors rapprochés autant que possible, ce qui a l'avantage de réduire la longueur des bielles d'accouplement.

Ce type remarquable de locomotive est originaire d'Amérique, où il est désigné par le nom de type *Atlantic*; il commence à se répandre en Europe; on en a construit des exemplaires en Angleterre, en Allemagne, en France (fig. 2).

Un autre type bien moderne est la machine à

En augmentant encore le diamètre des roues motrices, qui peut atteindre deux mètres, on arrive à une véritable locomotive à grande vitesse, à très forte adhérence, qui peut porter une très vaste chaudière. Le système compound à quatre cylindres, avec deux essieux moteurs différents, convient très bien pour ces machines à trois essieux couplés et à bogie.

Les locomotives à quatre essieux couplés avec un bogie (fig. 4), ou un simple essieu porteur à l'avant, sont fréquemment construites aux États-Unis avec des dimensions vraiment colossales: ces

machines remorquent des trains d'un poids qui paraît invraisemblable aux ingénieurs européens. Par exemple, une machine de ce genre, construite pour l'*Illinois Central Railroad*, pèse 103 tonnes, dont 87 pour le poids adhérent. Avec le tender rempli, le poids s'élève à 165 tonnes. Cette machine traîne, paraît-il, des trains de 1.800 tonnes sur rampe de 7 millimètres par mètre.

On fait même des machines à cinq essieux couplés, avec bogie ou essieu porteur à l'avant.

Les machines-tenders sont employées ordinairement pour des services de banlieue et de manœuvres dans les gares. Quelquefois, en donnant aux

ches, on commande ce groupe par les cylindres à basse pression, qui reçoivent la vapeur du réservoir intermédiaire, et non de la chaudière, c'est-à-dire à tension réduite.

VII

La conclusion qui terminait l'article précité sur la machine à vapeur en général est applicable à la locomotive : les progrès dans la construction sont dus à l'application de plus en plus étendue de la méthode scientifique. C'est une erreur, qui du reste devient rare, de penser qu'en fait de machines



Fig. 4. — Locomotive américaine à quatre essieux couplés et à bogie.

soutes à eau et à combustible une capacité suffisante, on peut les employer pour des services de grande ligne : mais le poids des approvisionnements vient réduire la part attribuable à la machine proprement dite.

Pour les lignes sinuées de montagne, il faut concilier une forte adhérence avec une grande flexibilité. Plusieurs dispositions, souvent assez compliquées, ont été appliquées à cet effet. L'une des plus satisfaisantes est celle de M. Mallet, où deux paires de cylindres, les uns à haute, les autres à basse pression, commandent deux groupes d'essieux différents. Le groupe d'arrière est relié directement au châssis de la locomotive ; le groupe d'avant est muni d'une articulation Bissel. Il exige un tuyau articulé pour l'admission de vapeur ; afin d'obtenir plus facilement des articulations étan-

le rôle de la science est d'indiquer quelques grandes théories générales, qui ne peuvent guère s'appliquer directement aux cas de la pratique. L'ancienne distinction entre la théorie et la pratique s'efface de plus en plus : non seulement les dispositions d'ensemble, mais tous les détails des appareils sont déterminés scientifiquement, par l'application raisonnée des ressources de la technique aux diverses conditions du problème à résoudre.

On demande quelquefois si la locomotive à vapeur n'est pas appelée à disparaître bientôt devant les applications croissantes de la traction électrique. Certes, il est difficile de prévoir avec quelque précision ce que seront les machines de l'avenir ; mais si la très petite locomotive indépendante, autrefois essayée sur les tramways, a cédé la place aux moteurs électriques (au moins quand on ne s'est

pas amusé, par un caprice véritablement stupéfiant, à rendre ce mode de traction très compliqué et très onéreux, le remplacement de la puissante locomotive à vapeur des chemins de fer ne paraît pas très proche.

Plus une machine motrice est puissante, moins elle se prête, en principe, à la commande indirecte par transmission : l'augmentation même de la puissance des locomotives récemment construites semble être, à ce point de vue, une garantie de leur durée. La transmission électrique a un champ

d'application très vaste, avant de s'étendre aux grands chemins de fer. Il convient toutefois d'indiquer l'emploi de l'électricité sur les lignes de banlieue, où elle permet d'installer des services intermédiaires entre ceux des tramways et des chemins de fer proprement dits, services caractérisés par l'emploi de trains légers très fréquents. Cette application paraît se développer, et prendra sans doute beaucoup d'importance.

Ed. Sauvage,

Professeur à l'École des Mines de Paris.

PASCAL

CRÉATEUR DU CALCUL DES PROBABILITÉS ET PRÉCURSEUR DU CALCUL INTÉGRAL.

I. — LE CALCUL DES PROBABILITÉS.

Le Calcul des Probabilités est né de deux problèmes posés à Pascal par un bel esprit de ses amis, sans doute plus acharné joueur que bon analyste, le chevalier de Méré¹. Certes, depuis longtemps, on avait la notion de l'importance qu'ont dans les jeux, pour le réglage des enjeux et des paris, les rapports des nombres de cas favorables ou non aux joueurs. Mais c'était une audacieuse entreprise qu'essayer de soumettre pour la première fois à l'analyse des événements qui dépendent du hasard et paraissent devoir, plus que tout autre objet, échapper forcément au calcul. Pascal et Fermat la tentèrent avec succès.

« En combien de coups peut-on espérer faire sonnez² avec deux dés ? » Tel était le premier problème du chevalier de Méré. Il présente peu de difficultés. Pascal, Fermat et Roberval le résolurent facilement, mais la solution de Pascal ne nous est pas restée. Il est vraisemblable que, par les seules ressources du bon sens, Méré en trouva une qui devait être exacte, si l'on en juge par une phrase d'une lettre de Pascal à Fermat³. Il s'attaqua alors à d'autres problèmes analogues, tels que celui-ci : « En combien de coups peut-on espérer faire une ralle⁴ avec deux dés ? » et les résolut également.

Mais le suivant l'arrêta : « Dans un jeu de hasard

tout à fait égal, deux joueurs, jouant une partie en un certain nombre de points, en ont déjà chacun un nombre inégal, et veulent rompre la partie sans l'achever. On demande de déterminer les parts des joueurs, c'est-à-dire comment ils doivent partager équitablement l'enjeu ». Les parts doivent être évidemment proportionnelles aux probabilités respectives de gagner la partie ; ces probabilités inconnues dépendent des nombres connus des points qui manquent à chaque joueur pour atteindre le nombre convenu, et le problème consiste à déterminer les probabilités en fonction de ces nombres.

Méré n'était pas de taille à le résoudre : « Il a très bon esprit, » écrivait Pascal, « mais il n'est pas géomètre ; c'est, comme vous savez, un grand défaut ; et même il ne comprend pas qu'une ligne mathématique soit divisible à l'infini et croit fort bien entendre qu'elle est composée de points en nombre fini, et jamais je n'ai pu l'en tirer ; si vous pouviez le faire, on le rendroit parfait¹. » Roberval lui-même n'eut pas plus de succès que Méré. Pascal avait transmis l'énoncé à Fermat et tous deux réussirent presque en même temps. Fermat communiqua le premier sa solution à son rival et celui-ci répondit par l'envoi de la sienne. A partir de ce moment, l'histoire des origines du Calcul des Probabilités est tout entière dans les six admirables lettres qui nous sont restées de la correspondance échangée par eux dans les derniers mois de 1654. Il faut croire que celle de Pascal avec Méré fut moins active ; une lettre, tantôt intéressante, tantôt ridicule, de ce dernier est parvenue jusqu'à nous².

¹ Galilée avait été, cinquante ans plus tôt, invité par un amateur de jeu à s'occuper d'un problème de même genre. Voir BERTRAND : *Les Lois du hasard* (*Revue des Deux Mondes* du 15 avril 1884).

² C'est-à-dire amener deux six.

³ « Il me disoit... si on entreprend de faire sonnez avec deux dés, il y a dés-avantage de l'entreprendre en 24 (coups). » (*Lettre de Pascal à Fermat*, du 29 juillet 1654, p. 223, Lahure.)

⁴ C'est-à-dire amener le même point avec chaque dé.

¹ *Lettre de Pascal à Fermat* du 29 juillet 1654, p. 223.

² Lettre citée par Bossut dans son *Discours sur la vie et les ouvrages de Pascal*, ajouté au tome second de l'*Essai*

« L'impatience me prend aussi bien qu'à vous », écrit Pascal à Fermat le 29 juillet 1654; « et quoi que je sois encore au lit, je ne puis m'empêcher de vous dire que je reçus hier au soir, de la part de M. de Carcavi, votre lettre sur les partis, que j'admire si fort que je ne puis vous le dire. Je n'ai pas le loisir de m'étendre; mais, en un mot, vous avez trouvé les deux partis des dés et des parties dans la parfaite justesse: j'en suis tout satisfait; car je ne doute plus maintenant que je ne sois dans la vérité, après la rencontre admirable où je me trouve avec vous... Mais parce que la peine des combinaisons est excessive, j'en ai trouvé un abrégé, et proprement une autre méthode bien plus courte et plus nette, que je voudrois pouvoir vous dire ici en peu de mots; car je voudrois désormais vous ouvrir mon cœur, s'il se pouvoit, tant j'ai de joie de voir notre rencontre. Je vois bien que la vérité est la même à Toulouse et à Paris¹. »

Pascal se trompait en estimant sa méthode « plus courte et plus nette ». Elle est fort ingénieuse et consiste, au fond, à rechercher l'« équation aux différences partielles » du problème²; mais, telle qu'il la présente, elle conduit quelquefois à d'inextricables raisonnements, et ne s'applique, d'ailleurs, qu'au cas de deux joueurs. Celle de Fermat, basée sur des combinaisons, est plus directe, plus générale et lui permit de résoudre le problème analogue dans le cas de trois joueurs. Pascal crut d'abord cette généralisation inexacte: « Je ne pus vous ouvrir ma pensée entière touchant les partis de plusieurs joueurs, par l'ordinaire passé, » écrit-il à Fermat le 24 août; « et même j'ai quelque répugnance à le faire, de peur qu'en ceci, cette admirable convenance qui étoit entre nous, et qui m'étoit si chère, ne commence à se démentir: car je crains que nous ne soyons de différents avis sur ce sujet. Je veux vous ouvrir toutes mes raisons, et vous me ferez la grâce de me redresser, si j'erre, ou de m'affermir, si j'ai bien rencontré. Je vous le demande tout de bon et sincèrement; car je ne me tiendrai pour certain que quand vous serez de mon côté³. » Mais il y avait erreur en un point du raisonnement par lequel Pascal prétendait convaincre Fermat⁴. Celui-ci le lui fit remarquer et il

l'avoua de bonne grâce dans la lettre du 27 octobre: « Votre dernière lettre m'a parfaitement satisfait: j'admire votre méthode pour les partis, d'autant mieux que je l'entends fort bien; elle est entièrement vôtre, et n'a rien de commun avec la mienne, et arrive au même but facilement. Voilà notre intelligence rétablie⁵. »

Dans l'« Usage du triangle arithmétique pour déterminer les partis qu'on doit faire entre deux joueurs qui jouent en plusieurs parties », Pascal expose d'abord une première solution du problème des partis, celle dont nous venons de parler; il y joint une seconde ainsi que des solutions de problèmes analogues, toutes basées sur la considération de son triangle arithmétique. Les deux principes⁶ fondamentaux qu'il énonce au début du chapitre dérivent du simple bon sens dans le cas de circonstances absolues égales pour les deux joueurs. Bernouilli⁷ et D'Alembert⁸ ont recherché s'il ne faut pas les modifier quand ceux-ci sont dans des circonstances physiques ou morales différentes, par exemple dans le cas où leurs fortunes sont inégales.

Les recherches de Pascal et Fermat ne furent pas immédiatement publiées, mais firent sans doute quelque bruit parmi les savants de l'époque. Les énoncés, sinon les solutions, des problèmes traités par eux parvinrent à Huyghens, qui s'y attaqua à son tour. En 1658, parut son « *De ratiociniis in ludo alicui* ». On y trouve résolus les différents cas du problème des partis, par une méthode du reste analogue à celle de Pascal, ainsi que les solutions ou seulement les énoncés de quelques autres problèmes du même genre. Huyghens rend d'ailleurs justice à ses illustres contemporains et reconnaît formellement leurs droits de priorité⁹. C'est donc à tort qu'on a voulu quelquefois lui attribuer l'in-

sur l'Histoire générale des Mathématiques, Louis, Paris, 1802, et par Havet dans son édition des *Pensées de Pascal*, Delagrave, 1863, p. 5: « Les démonstrations de la Géométrie sont le plus souvent fausses, ... elles empêchent d'entrer dans des connaissances plus hautes qui ne trompent jamais, ... de remarquer à la mine et à l'air des personnes qu'on voit quantité de choses qui peuvent beaucoup servir, etc. »

¹ Lettre de Pascal à Fermat du 29 juillet 1654, p. 220 et 122.

² Voir LAPLACE: *Œuvres complètes*, t. VII, *Théorie analytique des probabilités*, introduction, p. xxv, xxxv, cxlv.

³ Lettre de Pascal à Fermat du 24 août 1654, p. 226.

⁴ Voir MONTUCLA: *Histoire des Mathématiques*, Agasse, Paris, 1860, t. III, p. 382.

⁵ Lettre de Pascal à Fermat du 27 octobre 1654, p. 235.

⁶ Premier principe: « Si l'un des joueurs se trouve en telle condition que, quoi qu'il arrive, une certaine somme doit lui appartenir en cas de perte et de gain, sans que le hasard puisse la lui ôter, il ne doit en faire aucun parti, mais la prendre entière comme assurée, parce que le parti devant être proportionné au hasard, puisqu'il n'y a nul hasard de perdre, il doit tout retirer sans parti. »

Deuxième principe: « Si deux joueurs se trouvent en telle condition que, si l'un gagne, il lui appartient une certaine somme, et s'il perd, elle appartient à l'autre; si le jeu est de pur hasard, et qu'il y ait autant de hasards pour l'un que pour l'autre, s'ils veulent se séparer sans jouer, et prendre ce qui leur appartient légitimement, le parti est qu'ils séparent la somme qui est au hasard par la moitié, et que chacun prenne la sienne. »

⁷ *Anciens Mémoires de l'Académie de Saint-Petersbourg*, années 1730 et 1731, t. V, p. 173.

⁸ *Mélanges de Littérature*, t. V, et *Opuscules mathématiques*, t. II et V.

⁹ « Sciendum vero quod jampridem inter præstantissimos tota Gallia geometras calculus hic agitatus fuerit ne quis indebitam mihi primæ inventionis gloriam hac in re tribuat. »

vention du Calcul des Probabilités; sa gloire est assez belle; il est inutile de la grandir en diminuant celle de Pascal et Fermat. Ceux-ci ne partagent avec personne l'honneur d'avoir ouvert à leurs successeurs une route féconde de l'Analyse.

II. — LA ROULETTE.

Nous arrivons aux travaux de Pascal sur la roulette. On sait la place considérable occupée par cette courbe dans les recherches mathématiques du xvii^e siècle. Elle doit sa célébrité autant à ses nombreuses et remarquables propriétés, qu'aux querelles fameuses qu'elle a suscitées, méritant d'être appelée par Montucla « l'Hélène » ou « la pomme de discorde » des géomètres. Tout a été dit sur elle, depuis Groningius¹ et Carlo Dati² jusqu'à Bertrand³; nous n'avons donc nullement la prétention d'analyser les innombrables écrits qu'elle a fait naître, même en n'en retenant que ce qui concerne spécialement Pascal. La question de la roulette est d'ailleurs étroitement liée à celle, plus générale, des origines du Calcul intégral. Au temps de Pascal, tout comme aujourd'hui, des procédés sommatoires étaient indispensables pour la rectification des lignes courbes, la quadrature des surfaces planes ou courbes et la cubature des volumes, problèmes suggérés par la considération de la roulette ou d'autres courbes. On peut dire que chaque géomètre imagina alors les siens pour les appliquer aux cas particuliers qu'il avait en vue. Aussi, le Pascal précurseur du Calcul intégral ne peut-il être séparé du Pascal qui, sous le nom de Dettonville, déliait tous les géomètres de l'Europe de trouver les solutions de certains problèmes sur la roulette. Nous les étudierons ensemble, après avoir donné un rapide aperçu des travaux antérieurs.

Cette étude ne peut être poussée bien loin si l'on s'interdit, ce qui est notre cas, toute formule, toute figure et tout développement exclusivement mathématique. Il faut se borner à l'historique des faits et à quelques généralités mathématiques indispensables. Le lecteur insuffisamment versé dans les sciences devra passer celles-ci; mais il pourra quand même s'intéresser à celui-là, et se faire une idée du génie mathématique de Pascal et de quelques-uns de ses rivaux. En ce qui concerne le lecteur déjà assez au courant des questions de Géométrie et d'Analyse, notre but serait atteint si nous pouvions lui inspirer le désir d'approfondir, parmi les œuvres mêmes de Pascal, les opuscules qui accompagnent la « Lettre de Dettonville à Carcavi ». Il pourra se rendre compte des procédés

sommatoires de Pascal et voir combien, si primitifs qu'ils nous paraissent aujourd'hui, ils étaient remarquables pour l'époque, puisqu'ils lui ont permis d'énoncer des théorèmes qui sont la traduction même de formules de notre Calcul intégral, dont certaines sont déjà très compliquées¹.

§ 1. — La méthode des indivisibles.

On est tenté de s'imaginer aujourd'hui que notre Analyse infinitésimale, telle que nous la connaissons et l'appliquons, dans ses deux grandes divisions du Calcul différentiel et du Calcul intégral, permet seule de résoudre les problèmes qui sont de son ressort. La méthode d'exhaustion, celles des indivisibles, celle des indéterminées de Descartes, celle des limites et des fluxions de Newton, sont peu connues malgré les services que chacune a rendus dans son temps.

La méthode d'exhaustion est la plus ancienne. Pour arriver à la connaissance d'une courbe, par exemple, les géomètres de l'Antiquité imaginaient un polygone inscrit à la courbe, et un polygone circonscrit; ils les étudiaient en supposant que le nombre de leurs côtés augmente, tandis que les longueurs de ces côtés diminuent; ils avaient ainsi une idée de plus en plus approchée de la courbe, toujours comprise entre les deux polygones, et arrivaient, en raisonnant par continuité, à découvrir exactement ses propriétés. Pour les surfaces et les volumes, ils usaient de méthodes analogues.

Au début du xvii^e siècle apparaît la méthode des indivisibles. Le Milanais Cavalieri² l'applique dès 1629 et l'expose en 1635 dans sa « *Geometria indivisibilibus continuorum nova quaedam ratione promota* ». A la même époque, en France, Roberval est en possession d'une méthode analogue, mais, suivant son habitude, ne publie rien, car il aimait faire mystère de ses découvertes et détestait d'écrire, ayant quelque peine à s'exprimer nettement. Il se contente de réclamer, par une lettre de 1644 à Torricelli³, des droits de priorité discutables. Le « *Traité des Indivisibles* », publié seulement après sa mort⁴,

¹ Jusqu'à des formules contenant des intégrales doubles et triples. Ce fait a été très bien mis en évidence par Marie. A ceux que les traités géométriques de Pascal rebuteaient à première lecture par suite de l'archaïsme de la forme, on ne saurait trop conseiller de les étudier d'abord dans Marie *Histoire des Sciences mathématiques et physiques*, t. IV, p. 187 et suivantes). Marie, quelque inégal et incomplet sur certains points qu'on puisse le juger, a un mérite rare : il a complètement lu les principales des œuvres dont il parle de préférence les œuvres mathématiques. Dans son histoire, il donne de chacune une analyse qui la suit pas à pas. Quand l'œuvre n'est pas écrite en français, ou est d'un style vieilli, cette analyse, véritable traduction résuimée et commentée, facilite singulièrement l'étude de l'original.

² 1598-1647.

³ *Anciens Mémoires de l'Académie*, t. VI.

⁴ Premier volume de *Mémoires* publié par l'Académie des Sciences.

¹ *Historia cycloïdis*.

² *Lettera a Philalethi*.

³ Article dans le *Journal des Savants*, numéro de mai 1830.

montre bien qu'il avait puisé sa méthode dans son propre fonds; mais, en voulant, comme il dit, s'en réjouir « juveniliter » et la garder « in petto », il avait laissé à Cavalieri l'honneur de la découverte.

La méthode des indivisibles ne correspond qu'à notre calcul intégral limité à l'intégration des fonctions différentielles. On comprend aisément pourquoi ce dernier est né, somme toute, avant le calcul différentiel : rectifier des lignes courbes, quarrer des surfaces planes ou courbes, cuber des volumes, sont des problèmes qui se sont forcément posés de tout temps, tandis que ceux du calcul différentiel viennent moins naturellement à l'esprit.

Le calcul intégral n'est au fond que l'inverse du calcul différentiel, puisqu'il revient toujours à chercher si les fonctions placées sous le signe *somme* ne sont pas des différentielles de fonctions connues. Au contraire, dans la méthode des indivisibles, les sommations se faisaient directement.

Dans sa « *Geometria* » de 1635, Cavalieri imagine les lignes, les surfaces et les volumes comme décomposés en un nombre infini d'éléments qu'il appelle des indivisibles, c'est-à-dire qu'il considère comme représentant le dernier terme de la décomposition. Pour les lignes, ces indivisibles sont des points placés côte à côte; pour les surfaces, ce sont des droites parallèles juxtaposées; pour les volumes, des plans parallèles empilés. Ainsi présentées, les hypothèses sur lesquelles repose la méthode paraissent évidemment absurdes, et Cavalieri est forcé d'avouer qu'il ne peut donner de démonstration rigoureuse de celle-ci. Attaqué par Guldin¹, il la compléta et la justifia en 1640 dans ses « *Exercitationes geometricæ sex* », faisant voir qu'elle est au fond une transformation heureuse de la méthode d'exhaustion. Le seul défaut de Cavalieri était de s'exprimer « d'une manière un peu dure pour des oreilles accoutumées à l'expression géométrique² ». Ses indivisibles sont ce que nous appelons aujourd'hui des lignes, des surfaces ou des volumes élémentaires qui décroissent indéfiniment à mesure que leur nombre augmente indéfiniment. (C'est ainsi que Roberval l'entend dans sa lettre de 1644 à Torricelli.) Il ne faut voir dans les hypothèses de Cavalieri qu'un moyen commode d'abrégier le discours. Il faisait, en somme, abstraction d'une dimension des indivisibles, qu'il suffit de rétablir dans ses raisonnements pour leur rendre la rigueur qui paraît leur manquer.

Les grands géomètres de son temps ne s'y sont pas trompés et ont pratiqué la méthode en se faisant une idée très exacte de son esprit. Mais, comme Cavalieri, ils sous-entendaient constamment dans

leurs démonstrations les différentielles des variables, ce que nous appellerions aujourd'hui dx , dy , dz , ds ,... et les supposaient implicitement égales entre elles. Pascal est formel à cet égard : « Tout ce qui est démontré par les véritables règles des indivisibles, se démontrera aussi à la rigueur et à la manière des Anciens; et ainsi l'une de ces méthodes ne diffère de l'autre qu'en la manière de parler : ce qui ne peut blesser les personnes raisonnables quand on les a une fois averties de ce qu'on entend par là. Et c'est pourquoi je ne ferai aucune difficulté, dans la suite, d'user de ce langage des indivisibles : *la somme des lignes* ou *la somme des plans*;... je ne ferai aucune difficulté d'user de cette expression : *la somme des ordonnées*,... puisqu'on n'entend autre chose par là sinon la somme d'un nombre indéfini de rectangles faits de chaque ordonnée avec chacune des petites portions égales du diamètre, dont la somme est certainement un plan... De sorte que, quand on parle de *la somme d'une multitude indéfinie de lignes*, on a toujours égard à une certaine droite, par les portions égales et indéfinies de laquelle elles soient multipliées¹. » Pascal et Roberval négligent sans cesse les quantités infiniment petites vis-à-vis des quantités finies : « *Une grandeur continue d'un certain ordre n'augmente pas* », dit Pascal, « *si on lui ajoute des quantités d'un ordre inférieur en tel nombre qu'on voudra* »; et il ajoute, en s'exprimant comme Cavalieri : « Ainsi, par exemple, une somme de lignes n'augmente pas plus par l'addition d'une somme de points, qu'une somme de surfaces n'augmente par l'addition d'une somme de lignes, ou une somme de solides par l'addition d'une somme de surfaces². » Roberval emploie sans cesse les expressions « infini » et « infiniment petit », absolument dans le sens que nous leur attribuons aujourd'hui. La notion de l'infini mathématique était donc familière aux géomètres de l'époque³.

Ne pouvant faire que des démonstrations géométriques, ils ont déployé une habileté véritablement étonnante dans l'application de la méthode des

¹ Lettre de Deltonville à Carcavi, p. 332.

² *Protestatum numericarum summa*, p. 311.

³ Au sujet de l'idée de l'infini dans Pascal, voir *Pensées*, édition Havet, Delagrave, 1883, art. cle 1, 1; article XXV, 3, ainsi que *De l'esprit géométrique* (même édition, p. 536 et suivantes). Voir aussi, la lettre du chevalier de Méré que nous avons déjà citée. Dans tout le passage de l'opuscule *De l'esprit géométrique* indiqué ci-dessus, Pascal prend le mot « indivisible » au sens bien précis qu'il avait depuis Cavalieri pour les géomètres de son temps. Deux indivisibles ne sont donc ni « deux portions de pur espace », ni « plutôt deux atomes réels, deux petits corps », et Pascal n'entend point, p. 541, prouver que le « point géométrique, et en général les figures géométriques pures sont des idées sans réalité » (Havet), mais seulement faire voir l'absurdité qu'il y aurait à prendre les hypothèses de Cavalieri au pied de la lettre.

⁴ 1577-1643.

² MONTUCLA : *Histoire des Mathématiques*, t. II, Agasse, Paris, an VI, p. 28.

indivisibles. En général, Cavalieri opérant comme il suit : Etant donné par exemple deux solides, l'un de volume inconnu, il admettait que le rapport de leurs volumes est égal à la valeur limite de celui des sommes de leurs indivisibles, en nombre infini, et obtenait le volume du second en cherchant cette limite par des considérations purement géométriques. En opérant d'une façon analogue pour les surfaces, il arriva à quarrer les paraboles jusqu'à celles du quatrième degré, et établit par analogie la règle pour celles de degré quelconque. Wallis, par une méthode qui est au fond celle des indivisibles, entrevit clairement que le problème de la quadrature de la parabole de degré m revient à trouver la limite, pour $n = \infty$, du rapport de la somme des $m^{\text{ièmes}}$ puissances des nombres entiers de 1 à n à n fois la $(m - 1)^{\text{ième}}$ puissance du dernier, mais ne parvint, lui aussi, à la formule générale qu'en opérant de proche en proche. En obtenant, comme on l'a vu plus haut, les sommes successives des puissances semblables, entières et positives, des termes d'une progression arithmétique, Pascal résolut du même coup la question dans toute sa généralité. Fermat et Descartes y parvenaient en même temps par d'autres voies.

Les détails précédents sur les progrès de la Géométrie infinitésimale entre les mains des contemporains de Pascal permettront de comprendre exactement ce qui fait l'originalité de celui-ci dans les profondes recherches que lui inspira la roulette. Il n'a rien modifié au principe de la méthode des indivisibles, et l'a sans cesse appliquée en se rendant, comme on l'a vu, parfaitement compte de sa portée; Cavalieri avait déjà considéré ce que Pascal appelle des « ongles », Tacquet¹ et Huyghens s'en servaient à la même époque. Mais là où Pascal se révèle supérieur, c'est dans les procédés géométriques qu'il était, comme eux, forcé d'employer pour obtenir les limites de sommes d'éléments infiniment petits en nombre infini. Son génie a pu se donner libre carrière et résoudre les problèmes les plus difficiles que la Géométrie se soit posés jusqu'à lui.

§ 2. — Travaux sur la roulette antérieurs à Pascal.

La roulette avait déjà été l'objet de nombreuses recherches quand Pascal commença à s'en occuper. Connue, d'après Wallis, dès 1451 par le cardinal de Cusa, étudiée par Galilée qui essaya de la quarrer en la comparant par des pesées à son cercle générateur, elle avait été mise à la mode en France par le P. Mersenne. En 1628, il propose à Roberval le problème de la quadrature de l'aire totale de la roulette; celui-ci le résout en 1631, et appelle la

courbe « trochoïde », tandis qu'en même temps Beaugrand lui donne le nom de « cycloïde » qui lui est resté; en 1638, apprenant du P. Mersenne le succès obtenu par Roberval, Descartes lui répond par l'envoi d'une solution à lui; d'où querelle entre Descartes et Roberval, que ce dernier envenime aussitôt.

Descartes trouve, immédiatement après, la tangente à la roulette au moyen d'une méthode géométrique élégante, devenue plus tard la base de la théorie des centres instantanés de rotation; il fait proposer par Mersenne le problème à son adversaire et à Fermat: Roberval, après de nombreux efforts infructueux, le résout par sa méthode originale des « mouvements composés », si mal expliquée d'abord par lui qu'elle fut longtemps discutée; en même temps Fermat en donne une solution par la méthode « de maximis et minimis » qui lui a valu d'être regardé par d'Alembert, Laplace et Lagrange comme le véritable inventeur du Calcul différentiel: autre querelle, bientôt apaisée, entre Descartes et lui.

Enfin, en 1644, Roberval découvre la cubature des volumes engendrés par la courbe entière tournant autour de son axe ou de sa base.

La même année, Torricelli, dans un appendice à ses *Opuscula geometrica*, publiée à son tour une solution du problème de la quadrature de la courbe; Roberval réclame ses droits de priorité, Torricelli répond et la querelle ne prend fin qu'en 1646; si les droits de priorité résident dans l'antériorité de la découverte, ceux de Roberval étaient incontestables, puisque, dès 1637, Mersenne, à la fin de son *Harmonie universelle*, cite la découverte de Roberval¹.

§ 3. — Premières interventions de Pascal dans les polémiques suscitées par la roulette.

Certainement Pascal, avant d'entrer lui-même en scène, s'intéressa aux débats provoqués par la roulette. Il est difficile de croire, comme il l'affirme dans son *Histoire de la roulette*, qu'il ait ignoré jusqu'en 1658 le rôle important de Roberval, plus âgé que lui de vingt-et-un ans, mais ami de son père et le sien, avec qui il entretenait des relations suivies. *L'Histoire de la roulette*, publiée en 1658, est visiblement inspirée par Roberval.

L'amitié de Pascal le porte d'abord à attribuer à la solution de Roberval pour la tangente à la roulette une supériorité exagérée sur celles de Fermat et de « feu M. Descartes ».

Il accuse ensuite formellement Torricelli de pla-

¹ Il est curieux de constater les variations de Pascal suivant les besoins de sa cause. Dans *L'Histoire de la roulette*, il prend violemment parti pour Roberval contre Torricelli. Dans la *Suite de l'Histoire de la roulette*, etc.

¹ Jésuite belge; 1612-1660.

giat envers Roberval. Torricelli aurait trouvé la solution de celui-ci dans les papiers de Galilée, auquel « feu M. de Beaugrand » l'aurait communiquée en 1638. Tout comme à Descartes, il était difficile à Beaugrand de protester! Montucla et même Bossut, si enclin d'ordinaire à l'indulgence pour son héros, n'ont point admis l'accusation. Mais Montucla a parlé de la « fulminante et pédantesque » lettre de Roberval, Marie a affirmé que « Roberval passa bientôt d'une discussion modérée aux plus violentes injures » et Bossut va jusqu'à dire que « Torricelli conçut un tel chagrin de cette accusation de plagiat qu'il en mourut à la fleur de son âge ». Bertrand a montré au contraire que la discussion entre Torricelli et Roberval n'a pas dépassé les bornes de la courtoisie. Leurs lettres ont été publiées. Elles « ne prouvent rien de contraire à la bonne foi de Torricelli. Roberval, écrivant à Torricelli, n'a pas l'impertinence de l'accuser de plagiat, et Torricelli, répondant à des réclamations exprimées en termes courtois, accepte avec politesse les assertions de Roberval, sans avoir à défendre sa loyauté ¹. » « Il serait cruel », a dit Condorcet, « d'être obligé de suspecter Pascal de mauvaise foi ». On y est cependant bien forcé en cette circonstance, surtout quand on remarque ses variations d'opinion sur Torricelli : En 1631 ², Torricelli est pour lui « un génie si illustre, et dont nous avons déjà reçu des productions en Géométrie, qui surpassent toutes celles de l'Antiquité ». En 1638 ³, il le met bien au-dessous de Roberval et le traite par l'ironie en rapportant ses tentatives malheureuses pour résoudre certains problèmes sur la roulette. Ici encore, les raisons de sa conduite doivent être recherchées dans son amitié pour Roberval et une secrète jalousie envers Torricelli que l'on a vu déjà être fort vraisemblable.

§ 4. — Défi adressé aux géomètres contemporains par Pascal, ses polémiques et ses travaux sur la roulette.

La roulette était quelque peu délaissée des géomètres depuis douze ans, quand Pascal ramena avec éclat l'attention sur elle en 1638. Tout comme sa nièce Marguerite Périer, sa sœur Gilberte Pascal (M^{me} Périer nous apprend, dans sa *Vie de Blaise Pascal*, comment il chercha dans l'étude de cette courbe une diversion à ses souffrances, et comment son ami, le duc de Roannez, homme pieux et d'ailleurs versé dans les Mathématiques, l'engagea à publier le résultat de ses méditations,

pour prouver qu'on peut être à la fois géomètre de génie et chrétien ardent : « Ce renouvellement de ses maux commença par un mal de dents qui lui ôta absolument le sommeil. Dans ses grandes veilles, il lui vint une nuit dans l'esprit, sans dessein, quelques pensées sur la proposition de la roulette. Cette pensée étant suivie d'une autre, et celle-ci d'une autre; enfin une multitude de pensées, qui se succédèrent les unes aux autres, lui découvrirent, comme malgré lui, la démonstration de toutes ces choses, dont il fut lui-même surpris. Mais comme il y avait longtemps qu'il avait renoncé à toutes ces connaissances, il ne s'avisait pas seulement de les écrire : néanmoins, en ayant parlé par occasion à une personne à qui il devait toute sorte de déférence, et par respect et par reconnaissance de l'affection dont elle l'honorait, cette personne, qui est aussi considérable par sa piété que par les éminentes qualités de son esprit et par la grandeur de sa naissance, ayant formé sur cela un dessein qui ne regardait que la gloire de Dieu, trouva à propos qu'il en usât comme il fit, et qu'ensuite il le fit imprimer ⁴. »

Sous le nom d'A. Deltonville ², Pascal adressa en latin, en juin 1638, une circulaire à tous les géomètres en renom, bientôt suivie d'une seconde, destinée à préciser certains points ³. Il leur demandait de trouver l'aire d'un demi-segment de la roulette « ordinaire ¹ » et son centre de gravité, les volumes des solides qu'il engendre en tournant autour de l'axe, puis autour de la base, leurs centres de gravité, enfin les centres de gravité des quatre solides partiels obtenus en coupant les précédents par un plan mené par l'axe. Les solutions devaient être reçues avant le 1^{er} octobre. M. de Carcavi, conseiller du Roi, assisté d'un jury de personnes compétentes, devait les juger, et Pascal déclarait avoir déposé entre ses mains deux prix de 40 et 20 pistoles destinés aux auteurs des solutions jugées les meilleures et les premières en date. Il suffisait de traiter complètement deux cas particuliers indiqués par Pascal et de prouver, dans les autres cas, que « les données suffisent pour déterminer toutes les choses demandées; en sorte qu'il soit facile... de déduire l'une quelconque de ces choses de celles qui sont renfermées dans l'énoncé », c'est-à-dire, en somme, d'énoncer la solution (ce

¹ *Vie de Blaise Pascal*, par M^{me} Périer, édition Havet des *Pensées de Pascal*, Delagrave, 1883, p. x.

² Amos Deltonville, anagramme de Louis de Montalle, pseudonyme sous lequel Pascal avait publié les *Provinciales*, en 1656.

³ Les deux circulaires textes latin et français de Pascal sont réunies dans les œuvres de Pascal sous les titres « Problemata de cycloïde proposita mense junii 1638 » et « Problèmes sur la cycloïde, proposés en juin 1638 ».

⁴ Ainsi nommée pour la distinguer de la cycloïde « allongée » et de la cycloïde « accourcie ».

(p. 353), pour défendre Roberval contre le P. Lallouère, il soutient avec beaucoup de force que les droits de priorité résident dans l'antériorité de la publication.

¹ Article dans le *Journal des Savants*, n^o de mai 1890.

² Lettre à M. de Ribeyre du 12 juillet 1631, p. 77.

³ *Histoire de la roulette*, p. 339.

que nous exprimerions aujourd'hui en disant : donner la formule), quitte à en fournir plus tard la démonstration détaillée, lorsqu'on serait moins pressé par le temps.

Les problèmes de Pascal étaient d'une difficulté bien supérieure à ceux résolus avant lui sur la roulette. Il demandait des quadratures et des cubatures dont ses prédécesseurs n'avaient pu traiter que des cas particuliers à l'aide de méthodes ingénieuses, mais non générales.

Au 1^{er} octobre, Carcavi est absent de Paris : le jury ne peut se réunir. Pascal l'annonce le 7 dans ses « Réflexions sur les conditions des prix attachés à la solution des problèmes concernant la cycloïde » ou « *Annotata in quasdam solutiones problematum de cycloïde* ». Cet érit vise, sans les nommer, l'illustre Wallis d'Oxford et le P. de Lallouère¹, Jésuite de Toulouse. Le premier, dès le mois d'août, avait réclamé contre le faible délai accordé aux concurrents : il pouvait se faire, remarquait-il, « que leurs lettres, quoique écrites le 1^{er} octobre, soient très longtemps en chemin, soit par les incommodités de la saison, soit par celles de la guerre, soit enfin par les tempêtes de mer qui peuvent arrêter, ou même faire périr les vaisseaux qui les portent². » Pascal lui répond d'un ton assez haut : Les prix « venant de ma pure libéralité, j'ai pu disposer des conditions avec une entière liberté³. » Lallouère avait annoncé à Carcavi, à la fin de septembre, qu'il avait résolu toutes les questions proposées et lui avait envoyé, à titre d'exemple, un calcul relatif à l'une d'entre elles. S'il faut en croire Pascal, le calcul est faux et n'est accompagné d'aucune explication qui puisse au moins faire supposer juste la méthode suivie; bien plus, l'auteur l'a produit sciemment, pour gagner du temps et pouvoir ensuite tromper le jury sur la date où ses efforts auraient été couronnés de succès. Pascal le déclare exclu du concours : « Nous allons examiner », conclut-il, « les calculs et les solutions des autres qui ont été reçus dans le temps⁴. »

Trois jours après paraît l'*Histoire de la roulette*⁵. Pascal rend compte d'abord des envois de certains géomètres qui ont communiqué des résultats intéressants sans prétendre au prix. Sluze avait déterminé l'aire totale de la roulette par une mé-

thode nouvelle. Huygens avait carré le segment limité par une parallèle à la base, menée au quart de l'axe à partir du sommet. Le chevalier Wren, à la fois géomètre et grand architecte, à qui nous devons l'église Saint-Paul de Londres, avait carré le même segment et, de plus, recliné un arc quelconque de la courbe limité au sommet (Pascal affirme d'ailleurs⁶ que Roberval en avait déjà trouvé auparavant la longueur par une méthode dérivée de celle des mouvements composés, et Roberval lui-même, décidément coutumier de ce genre de réclamations, a revendiqué cette découverte⁷). Lallouère est aussi cité : Il aurait envoyé des solutions visiblement empruntées à Roberval. Quant aux concurrents pour les prix, on ne pourra les juger encore de quelque temps, Carcavi n'étant pas revenu. Pascal termine en proposant de nouveaux problèmes qui ne feront plus l'objet d'aucun prix : trouver la longueur et le centre de gravité d'un arc quelconque de la roulette limité au sommet (le premier de ces deux déjà résolu par Wren), les surfaces qu'il engendre en tournant autour de la base ou de l'axe d'une fraction de tour quelconque et leurs centres de gravité. Pascal annonce avoir résolu ces problèmes et avoir aussi rectifié les arcs de la roulette allongée ou accourcie.

Le 24 novembre, le jury se réunit enfin. Il existe un véritable procès-verbal de sa délibération⁸. Lallouère n'a rien envoyé de nouveau depuis septembre, a même déclaré ne plus concourir; par acquit de conscience, on examine son calcul et on y trouve des fautes grossières : « Dans un solide aigu par une extrémité, et qui va toujours en s'élargissant vers l'autre, il assigne le centre de gravité vers l'extrémité aigue⁹. » Reste seul Wallis pour prétendre aux prix; son Mémoire n'a pas plus de succès. Non seulement l'auteur a commis des erreurs de calcul, mais sa méthode est fautive : « Il raisonne de certaines surfaces indéfinies en nombre, et qui ne sont pas également distantes entre elles, de même que si elles l'étoient.... »; il prend mal « les centres de gravité de certains solides élevés perpendiculairement sur des trapèzes¹⁰. » Bref, « les prix n'ont point été gagnés, parce que personne n'a donné la véritable solution des problèmes¹¹. »

Tel est le récit des faits pris dans les œuvres de Pascal. La plupart des auteurs ont accepté avec

¹ 1600-1661.

² *Histoire de la Roulette*, p. 328.

³ *Ibid.*, p. 329.

⁴ *Ibid.*, p. 333.

⁵ *Histoire de la roulette, appelée autrement trochoïde ou cycloïde, où l'on rapporte par quels degrés on est arrivé à la connaissance de cette ligne ou Historia trochoidis, sive cycloidis, gallice la roulette : in qua narratur quibus gradibus ad intimam illius lineæ naturam cognoscendam per-ventum sit.*

⁶ *Ibid.*, p. 341.

⁷ *Anciens Mémoires de l'Académie*, t. VI. De trochoïde.

⁸ *Recit de l'examen et du jugement des écrits envoyés pour les prix proposés publiquement sur le sujet de la roulette, où l'on voit que ces prix n'ont point été gagnés, parce que personne n'a donné la véritable solution des problèmes.*

⁹ *Histoire de la Roulette*, p. 350.

¹⁰ *Ibid.*, p. 331 et 352.

¹¹ *Ibid.*, p. 349.

glément ses dires. D'autres¹ se sont montrés plus sévères envers lui.

Groningius, dans son *Historia cycloidis*, a soutenu les prétentions de Wallis, et celui-ci, dans son traité *De cycloide*, a protesté lui-même contre la décision du jury. Mais le procès-verbal du 23 novembre est trop précis sur les erreurs de Wallis pour qu'on puisse les mettre en doute; il les a d'ailleurs lui-même reconnues, et, quelque excuse qu'il en fournisse, il est bien difficile dès lors de lui donner raison.

Les erreurs de Lallouère sont tout aussi indéniabiles. Du reste, en lisant Pascal, on sent continuellement combien il est sûr de leur réalité et la joie qu'il en éprouve. Le Jésuite était sans aucun doute inférieur aux difficultés des problèmes proposés. Sa *Geometria promotâ in septem de cycloide libris*, parue en 1660, est surtout une vaste compilation, dénotant une faible originalité; il y annonce (c'était son habitude) la publication à bref délai de la quadrature du cercle, et « que penser », comme disait Fontenelle, « d'un homme qui avait eu le malheur de faire une pareille découverte »?

De plus, on ne peut accuser Pascal d'avoir voulu se dérober à l'obligation de payer les prix promis : c'était l'époque où, près de la mort, il vivait dans la pauvreté et dépensait son bien en aumônes.

Mais que de contradictions, d'obscurités apparaissent dans ses écrits, quand on tente de les approfondir!

Le 7 octobre, il sent le besoin d'exposer longuement pourquoi Lallouère doit être exclu du concours²; le 10, il le range parmi ceux qui ne prétendent pas aux prix³; faut-il croire que le Jésuite s'est précisément désisté dans l'intervalle? Comment ces trois jours ont-ils suffi à Pascal pour étudier à fond les envois de Sluze, Huyghens, Wren et Lallouère (c'est le 10 qu'il en rend compte⁴ alors que le 7 il était seulement sur le point de les examiner⁵). En juin, il promet de publier ses propres solutions le 1^{er} octobre, mais en ajoutant cette condition, qui prête à bien des équivoques : « si personne n'a résolu nos problèmes⁶ ». Or, le 1^{er} octobre, le jury ne se réunit pas. Pascal en profite pour se contenter de communiquer ses solutions à Careavi, Roberval et au notaire Galois⁷; il attend encore trois mois pour les rendre publiques en y joignant celles de ses nouveaux problèmes! Dans l'intervalle, il lance le 12 décem-

bre, contre le P. Lallouère, mais sans le nommer, un violent réquisitoire¹ qui se réduit à ceci : « De Lallouère n'a répondu à aucune demande d'explications complémentaires sur ses solutions parce qu'il n'a rien trouvé et veut s'approprier les miennes. » Comme si le Jésuite ne pouvait pas dire à son tour avec autant de vraisemblance : « Si Pascal ne publie rien, c'est qu'il attend mon envoi pour donner mes solutions comme siennes! »

Tout cela cause un certain étonnement. Il redouble à la lecture de deux lettres de Pascal à Lallouère, d'authenticité indiscutable, publiées en 1659 et signalées par Bertrand. Dans la première, Pascal loue le Père d'avoir trouvé une méthode plus générale, dit-il, que celle de Roberval, en lui faisant remarquer qu'il soupçonne seulement quelques erreurs dans les calculs. Dans la seconde, il convient qu'un examen plus approfondi lui a montré la rigoureuse exactitude de ceux-ci.

Affirmer que Pascal a réellement joué un double jeu avec son adversaire, soupçonné de plagiat, pour l'amener à se découvrir et mieux le frapper ensuite, est une grave accusation qu'il est difficile de porter tant que de nouveaux documents n'auront pas éclairé à fond la question; mais il faut bien avouer qu'il donne, jusqu'ici, prise à tous les soupçons.

D'ailleurs, comme il a habilement disposé des conditions de la lutte pour rester maître du champ de bataille! Il accorde à ses rivaux, pour résoudre des problèmes qu'il a eu et a encore le loisir de méditer à l'aise, un délai bien insuffisant, étant données les lenteurs des communications à l'époque; de parti pris, il passe outre aux protestations de Wallis. Les juges sont ses amis : sans aucun doute, c'est lui qui prend les décisions²; en l'absence de Careavi, il a communication d'une partie au moins des mémoires envoyés³; il fait surveiller Lallouère⁴; le procès-verbal du 25 novembre est sûrement écrit de sa main. Il sent tous ses avantages et, afin d'affirmer à tous sa supériorité, il retarde la publication de ses solutions pour en ajouter de nouvelles.

Le premier concurrent, le seul redoutable, Wallis, pressé par le temps, envoie heureusement des résultats incomplets et entachés d'erreurs.

Le second, Lallouère, est négligeable : Pascal

¹ BERTRAND (article cité; RAOUL ROSIÈRES : *La découverte de la cycloïde*, *Revue générale des Sciences*, 30 juillet 1890.

² *Histoire de la Roulette*, p. 330 et suivantes.

³ " " " " , p. 340.

⁴ " " " " , p. 340, 341.

⁵ " " " " , p. 333.

⁶ " " " " , p. 325.

⁷ " " " " , p. 335, 342.

¹ *Suite de l'histoire de la roulette, où l'on voit le procédé d'une personne qui avait voulu s'attribuer l'invention des problèmes proposés sur ce sujet ou l'histoire trochoidis sive cycloidis continuatio, in qua videtur est cujusdam viri machinamenta qui se auctorem problematum super hac re propositorum erat professus.*

² « Leurs calculs sont donc justement réputés nuls. » *Histoire de la Roulette*, p. 322.

³ *Ibid.*, p. 333, 340 et 341.

⁴ « Je témoignai donc mon soupçon et je priai qu'on observât ses démarches ». *Ibid.*, p. 354.

le sait et se joue de lui. Il a en plus le malheur d'être Jésuite : Pascal l'accable sans pitié.

Le grave reproche bien établi qu'on peut adresser à Pascal nous semble donc celui d'avoir été trop habile dans une affaire où il était à la fois juge et partie.

Après le jugement du 24 novembre, Pascal reçut les solutions de quelques-uns des problèmes proposés en octobre. Wren et Fermat avaient trouvé le centre de gravité d'un arc quelconque de la roulette limité au sommet ainsi que les surfaces qu'il engendre en tournant autour de la base ou autour de l'axe d'une fraction de tour quelconque, mais personne n'avait trouvé les centres de gravité de celles-ci.

Au début de 1659, Pascal se décida enfin à publier ses découvertes impatientement attendues. Il commence par donner, dans la « Lettre de Dettonville à Careavi », une méthode pour la recherche des centres de gravité, fondée sur le théorème, déjà connu, des moments dans le cas de forces parallèles, et la considération de certaines sommes dites « triangulaires ». Pascal définit ensuite ce qu'il appelle un « triligne rectangle ». C'est l'aire comprise entre deux axes rectangulaires et une courbe quelconque limitée à ces axes. Le « Traité des trilignes rectangles et de leurs onglets » a pour but de déterminer les éléments du triligne nécessaires pour obtenir certaines surfaces et certains volumes engendrés par sa rotation autour des deux axes ainsi que leurs centres de gravité. Le « Traité des sinus du quart de cercle », le « Traité des arcs de cercles », le « Petit traité des solides circulaires », développent le cas particulier où le triligne est circulaire. Enfin, dans le « Traité général de la roulette », Pascal montre que les précédents donnent tous les éléments nécessaires pour résoudre les fameux problèmes proposés, et qu'il suffit d'en faire l'application à la roulette ¹.

En communiquant ses opuscles à Huyghens ¹, Pascal y ajoute la « Dimension des lignes courbes de toutes les roulettes », généralisation du problème déjà traité par Wren dans le cas de la roulette ordinaire seulement. Pour de Sluze ², il y joint un traité « De l'escalier, des triangles cylindriques, et de la spirale autour d'un cône ». Les réponses de Huyghens et de Sluze nous sont restées ³.

L'analyse de cette partie de l'œuvre de Pascal nous est interdite à cause des développements mathématiques étendus qu'elle exigerait. Mais, en se reportant à ce que nous avons dit plus haut de sa méthode et de ses procédés, on voit que, tout en ayant surtout cherché à résoudre des problèmes concernant une courbe particulière, et sans aborder dans toute leur généralité ceux des rectifications, des quadratures, des cubatures et des centres de gravité, Pascal doit être placé en tête des grands géomètres qui, avant Leibniz et Newton, ont, en somme, pratiqué le Calcul intégral, mais sans le soumettre à un mode uniforme par un algorithme. Il a pressenti les « merveilles de la nouvelle analyse ⁴ ». N'y fait-il pas allusion quand il s'écrie ⁵ : « Il y a des propriétés communes à toutes ces choses, dont la connoissance ouvre l'esprit aux plus grandes merveilles de la Nature. La principale comprend les deux infinités qui se rencontrent dans toutes : l'une de grandeur, l'autre de petitesse ⁶ » ?

Lieutenant Perrier,
Détaché au Service Géographique
de l'Armée.

¹ Lettre de Dettonville à Huyghens de Zulichem, non datée.

² Lettre de Dettonville à Sluze, chanoine de la cathédrale de Liège, non datée.

³ Lettre de Huyghens de Zulichem à Dettonville, du 5 février 1659 et Lettre de Sluze à Pascal, du 29 avril 1659.

⁴ Lettre de Dettonville à Sluze, chanoine de la cathédrale de Liège, p. 45.

⁵ De l'esprit géométrique, p. 169.

⁶ Cet article de M. le lieutenant Perrier paraîtra prochainement dans un ouvrage que le regretté Adolphe Hatzfeld a consacré à Pascal, et pour la partie scientifique duquel notre distingué collaborateur lui a donné son concours. Ce livre aura pour titre : ADOLPHE HATZFELD : Pascal, 1 vol. in-8° de 300 pages, chez Alcan, 1901 (Collection des grands philosophes, dirigée par Clobius Prévost).

¹ Huyghens, Leibniz et Jean Bernouilli devaient enrichir plus tard la liste des propriétés de la cycloïde en montrant que sa développée est une cycloïde égale, que la cycloïde est à la fois « tautochrone » et « brachystochrone ».

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Andoyer (H.), *Charge de Cours à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons sur la Théorie des Formes et la Géométrie analytique supérieure.** Tome I. — 1 vol. gr. in-8 de 508 p. (Prix : 15 fr.) Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, 1901.

La Théorie des Formes peut être exposée au point de vue purement algébrique, sans l'intervention de la Géométrie; mais on peut aussi, dès le début, avoir recours à la Géométrie analytique, afin d'interpréter géométriquement les diverses théories algébriques. Cette dernière méthode offre non seulement un grand intérêt, mais elle est encore appelée à rendre de grands services à la fois à l'Algèbre supérieure et à la Géométrie. C'est aussi celle qui a été adoptée dans cet ouvrage. L'interprétation géométrique des propriétés de la Théorie des formes algébriques permet d'établir une Géométrie générale, que M. Andoyer désigne sous le nom de *Géométrie analytique supérieure*, et dont la Géométrie ordinaire n'est qu'un cas particulier. Suivant que les formes envisagées renferment deux, trois ou quatre variables primitives, on se trouve conduit à la Géométrie binaire, à la Géométrie ternaire ou à la Géométrie quaternaire. Ces trois Géométries, prises dans leur ensemble, correspondent à la Géométrie ordinaire. L'auteur se propose de les examiner successivement, en même temps que les formes algébriques qui les engendrent.

Ce premier volume contient l'étude des formes binaires et ternaires et des formes qui en dérivent, et, par suite, aussi les Géométries binaire et ternaire. Il comprend deux parties : I. *La Géométrie binaire*; II. *la Géométrie ternaire*. Dans chacun de ces domaines, l'auteur expose d'abord la théorie générale des Invariants; puis, après avoir étudié les formations invariantes générales, il examine successivement les systèmes linéaires, les résultants et les discriminants, les formes bilinéaires et les systèmes quadratiques. Chaque partie se termine par une étude intéressante des propriétés de la Géométrie métrique.

On conçoit facilement que, dans cet exposé, il n'y avait pas lieu de faire intervenir d'une façon systématique la partie arithmétique de la Théorie des Formes, c'est-à-dire celle qui s'occupe de la formation des systèmes complets, et que l'on retrouve d'ailleurs dans les traités classiques d'Algèbre supérieure. M. Andoyer s'est borné aux notions les plus simples, afin de pouvoir embrasser d'un point de vue unique l'ensemble des théories algébriques dont on fait usage en Géométrie analytique.

Cette façon nouvelle de développer la Théorie des Formes, jointe à la clarté et à la précision de l'exposé, permet de classer cet ouvrage parmi les publications les plus importantes parues dans ce domaine.

H. FERR,

Professeur à l'Université de Genève.

Rollet (P.), *Professeur à l'École d'Arts et Métiers de Châlons* et **Foubert** (E.), *Professeur à l'École primaire supérieure de Lille.* — **Cours d'Algèbre, pour les Écoles primaires supérieures et professionnelles et pour la préparation aux Arts et Métiers.** — 1 vol. in-12 de 400 pages, avec nombreux exercices et problèmes. (Prix, cartonné : 3 fr.) Félix Alcan, éditeur, 108, Boulevard Saint-Germain, Paris, 1901.

2° Sciences physiques

Meyrat (P.) et **Dardant** (A.), *Professeurs à l'École de Commerce de Limoges.* — **Cours de Marchandises.** 1^{er} fascicule : **Métaux**; 2^e fascicule : **Produits chimiques. Engrais. Explosifs.** — 2 vol. gr. in-12 avec figures. Librairie Nony et C^{ie}, Paris, 1901.

Ces deux petits volumes sont les premiers d'une série de six fascicules, dans lesquels les mêmes auteurs présentent, envisagés d'un point de vue essentiellement commercial, tous les produits naturels ou manufacturés, susceptibles d'être échangés entre les différents peuples.

Il y avait là matière à des développements considérables et nos futurs commerçants sauront gré à MM. Meyrat et Dardant d'avoir su condenser en un si petit nombre de pages les questions essentielles qu'il leur est indispensable de connaître sur chaque marchandise : Origine des produits, leurs caractères distinctifs, leurs variétés, leurs principaux emplois, leur valeur commerciale, les droits d'entrée qu'ils supportent, etc.

Le premier volume traite des métaux et plus de la moitié en est naturellement consacrée aux fers et à ses dérivés, fontes et aciers. C'est le véritable résumé d'un cours de Métallurgie avec explication des termes courants employés dans le langage des forges. Peut-être pourrait-on reprocher aux auteurs de ne pas s'être toujours adressés aux sources les plus récentes en la matière et d'apporter à leurs élèves des définitions aujourd'hui un peu surannées. Il est certain, par exemple, que de l'acier contenant 0,009 de carbone est loin d'être doux et que la trempe agit encore assez sur l'acier contenant moins de 0,006 de carbone, pour que tous les jours il y ait en douane de vives contestations, en vue justement de déterminer le point de passage, d'ailleurs très douteux, entre l'acier dur et l'acier doux. Ce côté de la question, envisagé au point de vue des droits d'entrée, méritait évidemment plus de précision. D'autre part, lorsque l'obtention d'un métal comporte, comme pour le zinc, des procédés très différents, suivant la teneur des minerais traités, et, par conséquent, variables avec les régions, il eût été préférable de signaler chacun d'eux, d'une façon succincte, c'est vrai, mais sans en omettre.

L'histoire des produits chimiques, des engrais et des explosifs constitue le second fascicule. Ici la description des procédés d'extraction ou de fabrication paraît plus complète et plus soignée. Elle contient certainement toutes les notions élémentaires utiles au commerçant, qui veut apprécier sa marchandise et en assurer la conservation.

À part nos légères critiques sur la partie purement technique de l'ouvrage, nous avons plaisir à reconnaître que son programme d'ensemble est excellent. C'est une idée heureuse et nouvelle d'avoir réuni presque dans les mêmes pages, à propos de chaque produit, les chiffres aux formules, car cela facilite singulièrement les recherches. Toute la partie statistique est fort bien présentée; de nombreuses cartes émaillent le texte et permettent de retrouver les lieux de production et de consommation des principales substances commerciales; enfin, la plupart des chapitres se terminent par quelques extraits bien choisis d'ouvrages connus, qui donneront certainement envie à beaucoup de lecteurs de se reporter aux textes originaux, ce qui leur sera très profitable.

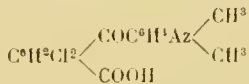
Emile DEMENGE.

Ingénieur-métallurgiste.

Severin (Emile-C., Professeur de Sciences physiques au Lycée de Bârlad. — **Produits de condensation de l'acide dichlorophthalique** (Thèse pour le doctorat de l'Université de Paris). — Une brochure de 62 pages. L. Boyer, imprimeur, Paris, 1901.

MM. Haller et Guyot ont montré autrefois qu'en condensant l'anhydride phtalique avec la diméthylaniline on obtenait l'acide diméthylaminobenzoylbenzoïque, qui a été ensuite le point de départ de l'étude de nouveaux dérivés (anthraquinone, anthranol correspondants, etc...). M. Severin s'est proposé d'étudier ce qui se passerait dans le cas de l'acide phtalique dichloré 1. 2 — 3. 6.

Lorsqu'on condense l'anhydride dichlorophthalique avec la diméthylaniline en présence du chlorure d'aluminium, on obtient l'acide diméthylaminobenzoylbenzoïque dichloré :



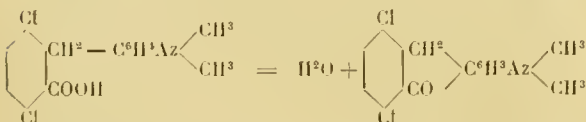
Tandis que l'acide non chloré traité par l'anhydride acétique se transforme en une phtaléine, l'acide chloré donne seulement un anhydride mixte.

De même, l'acide diméthylaminobenzoylbenzoïque se condense sous l'influence de l'acide sulfurique en donnant l'anthraquinone correspondante. L'acide dichloré, au contraire, ne donne rien. Ce fait trouve son explication dans la règle de V. Mayer, relativement à l'éthérification directe de certains acides. En effet, une éthérification n'est autre chose qu'une condensation entre un groupe acide et un groupe alcool avec élimination d'eau. Or, les deux groupements négatifs qui limitent en ortho le carboxyle rendent l'éthérification, ainsi que toute autre condensation, difficilement réalisable.

On peut cependant y arriver en changeant le caractère négatif d'un des orthosubstituants, par exemple en réduisant le groupe



La condensation, dans ce cas, se fait très facilement :



Il semble donc que la présence des atomes de chlore par rapport à un des carboxyles empêche la condensation de l'acide diméthylaminobenzoylbenzoïque chloré. L'auteur a vérifié qu'il en était de même pour l'acide diéthylé.

G. BLANC,
Docteur ès sciences,

Lagatu (H.) et **Sicard** (L.). — **Guide pratique et élémentaire pour l'Analyse des terres et son utilisation agricole**, avec une Préface de M. E. RIELER, Directeur de l'Institut national agronomique. — 1 vol. in-8° de 303 pages, avec planches et figures. (Prix: 6 fr.) Coulet et fils, éditeurs à Montpellier, et Masson et C^{ie}, éditeurs à Paris, 1901.

« Notre guide pour l'analyse des terres est pratique, en ce sens qu'il décrit les opérations de laboratoire que l'on effectue couramment pour étudier les terres arables; il est élémentaire, en ce sens qu'il contient l'indication de tous les détails de ces opérations, et, sous une forme aussi simple que possible, les explications permettent de comprendre pourquoi tous ces détails sont nécessaires. » Tel est le début de l'« avertissement » de l'ouvrage que nous présentons, début que les auteurs se préoccupent constamment de justifier. Le prélèvement des échantillons de terre, la description et la conduite des appareils de mesure et de chauffage, l'analyse physique et l'analyse chimique

forment l'objet d'autant de chapitres bien détaillés et bien exposés; les méthodes décrites sont conformes à celles du Comité consultatif des Stations agronomiques. Nous regrettons seulement de n'y pas voir adjoints quelques mots sur les déterminations de potasse et surtout d'acide phosphorique « assimilables », c'est-à-dire solubles dans les acides faibles, soit dans l'acide acétique, comme l'a préconisé M. Dehérain, soit dans l'acide citrique à 1 %, suivant la méthode de Dyer.

Après cette légère critique, il convient de faire ressortir les bonnes qualités de l'ouvrage : un grand nombre de traités d'analyses de terre arrêtent leur étude aux déterminations que nous avons signalées et négligent de montrer d'une façon suffisante comment et en quoi les résultats analytiques permettent, si on sait bien les interpréter, d'améliorer les cultures exécutées sur les terres examinées. C'est une faute que MM. Lagatu et Sicard n'ont pas commise, et les éloges ne doivent pas leur être ménagés à cet égard. Presque la moitié de leur ouvrage est consacrée à l'utilisation agricole de l'analyse des terres, à l'interprétation des résultats, aux améliorations culturales suggérées par ces analyses.

Un chapitre entier est réservé aux études analytiques appliquées à un ensemble de terres arables, telles que celles d'un domaine ou d'une région, études qui permettent aussi d'en dresser les cartes agrologiques et agronomiques, dont l'utilité n'est plus à démontrer.

Un certain nombre d'exemples d'analyses comportant des résultats numériques, et une représentation graphique fait encore mieux saisir les ressources que fournit l'analyse du sol bien comprise et bien interprétée.

Enfin, les dernières pages renferment l'établissement et le détail du devis du matériel et des produits chimiques nécessaires à l'analyse des terres et permettent de déterminer les dépenses afférentes à ce sujet.

A. HÉBERT.

3° Sciences naturelles

Vidal (Louis), *Chef des travaux de Botanique à la Faculté des Sciences de Grenoble.* — **Recherches sur le sommet de l'axe dans la fleur des Gamopétales.** (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8°, broché, de 115 p., avec 4 planches, figures dans le texte (Annales de l'Université de Grenoble, XII). Impr. Allier frères, Grenoble, 1901.

Si tout le monde est d'accord sur la nature de l'axe floral, qui est une tige, s'il n'existe aucune difficulté relative à l'interprétation de la nature foliaire du calice et de la corolle, quelques difficultés ont été soulevées, il y a bien longtemps déjà, au sujet de la nature exclusivement foliaire de l'androcée et du gynécée. L'organogénie semblait impuissante à expliquer la structure de certaines fleurs autrement que par une participation de l'axe à la constitution de l'ovaire. On a pu croire que l'étude anatomique du système vasculaire avait résolu toutes les difficultés; mais M. Van Tieghem, qui en avait tiré si bon parti, a eu plus d'une fois l'occasion de revenir sur ses observations pour en modifier l'interprétation, sans modifier d'ailleurs la conclusion essentielle qu'il en avait tirée. Eichler, MM. Celakovsky, Warming, Gebel, par des moyens différents, sont arrivés au même résultat, à savoir que le système vasculaire ne peut donner, à lui seul, la solution du problème. Le débat est donc toujours ouvert. M. Grélot s'y est engagé récemment; M. Vidal y prend part à son tour. Il ne se renferme pas dans un seul procédé d'étude; il les utilise tous sans parti pris, n'ayant d'autre désir que celui de faire la lumière. Il observe avec soin, décrit brièvement ce qu'il a vu et le figure exactement.

L'axe ne prend aucune part à la constitution du pistil des Gamopétales lorsque les carpelles sont plus ou moins libres (Asclépiadacées, Apocynacées); dans

presque toutes les autres Gamopétales à ovaire supère, l'axe prend part à la constitution du pistil, soit en se prolongeant au centre de l'ovaire, soit en se creusant en une coupe réceptaculaire. Dans le premier cas, les feuilles carpellaires sont plus ou moins concrescentes avec un axe intraovarien, à moins que l'axe ne soit rudimentaire. L'axe intraovarien des Gamopétales possède assez souvent un système vasculaire caractéristique de la tige; les faisceaux y sont orientés normalement; ils sont rangés en un cercle ou forment un anneau libéro-ligneux continu, sans trace de pérycycle ou d'endoderme. M. Van Tieghem dit qu'il existe, dans ce cas, un axe transitoire. Plus fréquemment l'axe intraovarien est parcouru par des faisceaux inversés isolés ou par des faisceaux dont l'orientation n'est pas déterminable. Quel que soit son développement morphologique, l'axe intraovarien paraît être de nature caulinaire. Le sommet en est libre entre les carpelles embrassants concrescents. Quelquefois il atteint le plafond de l'ovaire qu'il touche, s'appliquant contre l'orifice interne du canal styloïde; plus souvent, l'axe ne s'élève pas jusqu'au sommet de l'ovaire, qui n'est pluriloculaire que dans sa partie inférieure. Des faits tératologiques connus depuis longtemps confirment cette opinion. L'axe floral prolongé dans la fleur est bien alors une tige qui peut n'avoir pas de système vasculaire. Si l'on admet qu'il existe des feuilles sans faisceaux conducteurs, il est logique d'admettre qu'il puisse exister aussi des tiges sans faisceaux. Cette interprétation est à fort peu près celle de M. Warming et de M. Celakovsky.

Dans le cas où l'axe intraovarien est réduit au minimum, et où la placentation est basilaire, on peut se demander si l'ovule unique est terminal. On l'a cru; le fait a été infirmé dans plusieurs cas par de bons observateurs. M. Vidal confirme que l'ovule n'est pas terminal chez les Composées et Plombaginacées. Dans ces deux familles, la placentation basilaire dérive de la placentation axile par avortement complet de l'axe et par réduction des ovules à un seul.

Il est impossible de ne pas admettre la participation de l'axe à la constitution des ovaires infères des Gamopétales. Dans beaucoup de cas, les faisceaux demeurent réunis sur une certaine longueur; les faisceaux qu'on suppose radialement superposés sont soudés en un faisceau unique (Caprifoliacées: il peut aussi y avoir concrescence latérale de faisceaux appartenant au même verticille. Chez les Composées mêmes, soudures latérale et radiale sont si intimes que la nervation de la coupe réceptaculaire ne laisse plus soupçonner le nombre et la disposition des pièces florales. Il est certain que, si des coupes réceptaculaires ainsi constituées représentent des *sommes d'appendices*, il n'est pas possible de les distinguer d'organes caulinaires, et, si l'indépendance des faisceaux caractérise les feuilles, il faut bien admettre qu'il n'y a pas de feuilles dans l'ovaire infère des Composées.

On peut dire, en vérité, que, chez les Phanérogames les plus différenciées (Dipsacées, Composées), le carpelle est réduit à ne former que le style. Le sommet de l'axe a supplanté le carpelle.

Nous laissons de côté les détails relatifs à la part qui revient à l'axe dans la conduction du tube pollinique, l'emmagasinement des réserves ou la constitution du fruit. Relevons simplement, pour finir, quelques indications relatives aux applications à la systématique des détails morphologiques qui précèdent.

Il convient de faire remarquer d'abord que la forme de l'axe est très variable chez les plantes d'une même famille et identique souvent dans des plantes très différentes. La réduction du nombre des graines entraîne le raccourcissement de l'ovaire et surtout de l'axe ovarien, la gynobasie et, plus tard, la substitution physiologique du péricarpe au tégument séminal. Des modifications de cette sorte peuvent se produire dans des groupes éloignés et induire en erreur.

Il ne paraît pas douteux que l'*Empetrum* dont on a

beaucoup discuté les affinités ne doive être réellement rapproché des *Vaccinium* et des *Ericacées*. Les *Convolvulacées* paraissent plus voisines des *Labiées* qu'on ne le pense. *L. Adoxa Moschatellina* doit être définitivement rapproché des *Caprifoliacées*.

Nous devons nous arrêter, mais il convient de dire que le travail de M. Vidal est de ceux qui perdent à être analysés: Il fait honneur à l'auteur et à l'Université de Grenoble, qui a pris, depuis quelques années, une place si honorable parmi les centres d'étude des Sciences naturelles.

C. FLAHAULT,
Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

Stephan (Pierre), Préparateur à l'École de Médecine de Marseille. — *Recherches histologiques sur la structure du tissu osseux des Poissons* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8° de 130 pages avec 8 planches. L. Danel, imprimeur, Lille, 1901.

La thèse de M. Stephan touche à plus de choses que ne le laisse penser son titre. On y trouve non seulement la structure des différents tissus calcifiés dont l'os n'est qu'une espèce, mais encore le développement de ces tissus et les considérations d'ordre général sur divers modes d'ossification et la classification des tissus squelettiques.

C'était là un vaste sujet à entreprendre, trop vaste peut-être même pour un jeune savant. L'histologie est une des sciences les plus difficiles parmi les sciences biologiques. Elle demande une longue initiation pour acquérir la pratique des méthodes, pour amener une éducation suffisante de l'œil; enfin, et surtout, pour savoir juger les faits et leur faire donner tout ce qu'ils peuvent fournir. Si M. Stephan n'a pas encore traversé cette période d'initiation, le travail qu'il nous présente aujourd'hui nous montre qu'il possède, en germe tout au moins, ce qu'il faut pour devenir un histologiste de carrière.

Les différents tissus squelettiques sont caractérisés tout d'abord par la nature de la substance intercellulaire qui donne à ces tissus leur caractère général le plus frappant, la consistance. Cependant, l'étude de cette substance ne saurait nous fournir une classification de ces tissus. M. Stephan nous montre, en effet, que, si elle est presque toujours fibreuse, on peut trouver tous les intermédiaires entre les larges faisceaux de fibrilles du double cône vertébral, par exemple, et la couche superficielle des écailles, où cette substance se dissout presque entièrement par la décalcification.

Cette première partie de la thèse de M. Stephan se termine par cette généralisation très intéressante: « Il y a une concordance complète entre la substance osseuse qui se forme et la substance fondamentale du tissu conjonctif dans lequel s'accomplit l'ossification. » Quand le tissu conjonctif est lâche ou muqueux, la substance fondamentale est homogène; quand il est chargé de fibres conjonctives, celle-ci devient fibrillaire.

Ce sont surtout les éléments cellulaires qui permettent de diviser les tissus squelettiques des Poissons. En laissant de côté le cartilage et ses variétés, M. Stephan distingue et étudie quatre cas:

1° L'os proprement dit, qui renferme des cellules à nombreux prolongements ramifiés (*ostéoblastes*). Ce tissu se trouve chez les Ganoides, les Sirénides et les Physostomes;

2° La dentine, dont les cellules ne présentent qu'un ou deux longs prolongements (*odontoblastes*): écailles placoides, dents et plaques masticatrices;

3° L'*ostéodentine*, nom sous lequel Owen désigne les tissus qui renferment à la fois des ostéoblastes et des odontoblastes: Ganoides osseux; quelques Téléostéens;

4° La substance ostéode, de Kölliker, ou substance spiculaire, de Pouchet, qui est une espèce d'os réduit à sa substance fondamentale: presque tous les Téléos-

téens, plaques basales des dents et des écailles des Sélaciens.

Dans cette étude, M. Stephan ne nous apporte rien de bien nouveau, et il ne pouvait le faire non plus en se limitant, comme il l'a fait, à l'examen de la forme et du degré de ramification de ses prolongements. Du reste, la partie la plus importante de son Mémoire traite du développement des tissus squelettiques.

Il étudie tout d'abord l'ossification fibreuse en prenant pour type la formation des doubles cônes vertébraux. Cette ossification se fait chez les Poissons de la même façon que chez les Vertébrés supérieurs, avec un remaniement vasculaire moins considérable cependant de l'os nouvellement formé.

Les os un peu volumineux, tels que les os du crâne et ceux de la ceinture scapulaire, montrent des systèmes de Havers bien caractérisés; mais, le plus souvent, ces systèmes sont rares et isolés au milieu de la substance fondamentale; quelquefois même, comme chez les Gadidés, ils sont complètement absents; et, d'une façon très générale, on peut dire que l'ossification trabéculaire constitue la majeure partie du squelette des poissons supérieurs adultes.

L'ossification dans le cartilage divise toujours les histologistes au sujet de l'origine des ostéoblastes et de la substance osseuse. Dans la plupart des cas étudiés par M. Stephan, les cellules cartilagineuses acquièrent peu à peu la colorabilité des cellules médullaires et persistent sous cette forme, à la suite de la fonte de la cartilage; celle-ci ne se transformerait donc pas en substance osseuse. Il est quelques points cependant. — Les arcs branchiaux des Gadidés et le maxillaire supérieur du *Tetrodon reticulatus*, — où il semble bien que l'on ait affaire à du cartilage calcifié.

Après avoir montré les relations qui existent entre le développement des corps vertébraux des Ganoides osseux et des Téléostéens, M. Stephan étudie la répartition des divers modes d'ossification; il donne ensuite quelques détails intéressants sur certains os mous et termine son travail par un essai de classification des tissus squelettiques.

Les conclusions de cette thèse sont les suivantes :

« 1^o Confirmant pour les Poissons ce que l'on admet en général pour les Vertébrés supérieurs, que le tissu osseux est seulement une adaptation spéciale du tissu conjonctif, nous avons montré qu'il n'y a pas de différence essentielle entre celui des Poissons et celui des Vertébrés plus élevés en organisation... »

« 2^o Les tissus fibreux, fibro-cartilagineux et cartilagineux ossifiés sont absolument équivalents... »

« 3^o Au cours de l'édification d'organes, on voit les phénomènes du développement s'arrêter à différents états parcourus dans l'édification des os des Mammifères; »

« 4^o Chez les Poissons, les tissus de substance dure peuvent présenter un certain nombre de particularités ou de modes spéciaux d'évolution qui apparaissent dans cette classe et y restent limités... »

En somme, si le travail de M. Stephan ne fait guère avancer nos connaissances générales sur les tissus calcifiés, ce n'est pas la faute de l'auteur, qui nous présente ici une œuvre très consciencieuse. Cela tient plutôt à la direction qu'il a donnée à ses recherches. L'histologie purement descriptive ne laisse plus grand-chose à glaner chez les Vertébrés, et nous pensons que ce n'est pas dans cet embranchement qu'on trouvera la solution de la grande question de la descendance des tissus.

D'un autre côté, les points d'histogénèse en suspens ne pourront être résolus qu'en portant toute l'attention sur la structure intime et sur la physiologie de la cellule, c'est-à-dire, dans le cas particulier, sur le rôle de la cellule cartilagineuse ou osseuse dans la résorption de la cartilage et dans la formation de la matière calcaire. Or, c'est justement cela que M. Stephan a laissé de côté. Espérons qu'il nous donnera, dans un prochain Mémoire, ce complément indiqué. Les os de *Trachipterus*, de *Lophius*, de *Cyclopterus* et de quelques Poissons des grandes profondeurs, os qui sont

mous et faciles à couper sans décalcification préalable, fourniraient probablement matière très favorable pour cette étude.

GUSTAVE LOISEL,
Préparateur à la Faculté de Médecine
et à la Faculté des Sciences de Paris.

Chauveau (C.). — Le Pharynx. T. I : Anatomie et Physiologie. Préface de M. le Dr POLARILLON. — 1 vol. in-8° de 404 pages avec 165 figures. (Prix : 12 fr.) J.-A. Baillière, éditeur. Paris, 1901.

Ce volume est le premier d'une série qui formera le *Traité du Pharynx*. M. Chauveau a fait plus qu'un rappel des connaissances anatomiques et physiologiques sur le pharynx, nécessaires à l'exposé et à l'intelligence des maladies de cet organe et des procédés thérapeutiques. Il a écrit et bien décrit tout ce qu'on sait d'essentiel sur l'anatomie, le développement et la physiologie du pharynx. Peut-être même son zèle l'a-t-il emporté trop loin en arrière, jusque dans une période prépharyngienne du développement; car il décrit réellement *ab ovo* la formation du tube digestif, d'une façon qui rappelle trop certaines leçons d'agrégation. Mais le reste, c'est-à-dire l'anatomie proprement dite et surtout la physiologie avec le rôle du pharynx dans les moyens de défense des voies respiratoires et digestives, rachète grandement ce point faible par la clarté des descriptions et par l'abondance des documents bien employés et mis à leur vraie place. C'est là, en somme, un ouvrage estimable, qui témoigne, chez un clinicien, d'une disposition d'esprit réellement scientifique.

A. PRENANT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Marie (D^r A.), Directeur de l'Institut Antirabique de Constantinople. — La Rage. — 1 vol. in-8° de 180 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1901.

Ce livre, qui est une intéressante étude sur la rage chez l'homme et chez les animaux, donne une description exacte de l'évolution de la maladie durant ses différentes phases: sa durée et la période d'incubation. Dans des pages aussi claires que précises, l'auteur parle du diagnostic différentiel de la rage avec des maladies d'une autre espèce dont les symptômes peuvent être confondus avec ceux de l'hydrophobie: l'hygiène, l'hydrophobie imaginaire, certains accès de délirium tremens, quelques formes de tétanos, etc. Le chapitre sur l'anatomie pathologique contient des observations sur les altérations vasculaires admises jusqu'en 1890, sur l'atrophie pigmentaire de Schaller et de Popoff, sur les tubercules rabiques de Babès qui peuvent manquer dans le névrax d'animaux rabiques, sur les lésions décrites par van Gehuschten. Ce savant déclare avoir retrouvé chez des hommes et chez des animaux morts de la rage des ganglions périphériques. Bien que ces lésions soient faciles à vérifier, et nous mettent entre les mains un diagnostic de la plus haute importance, elles ne se présentent pas toujours avec la netteté décrite par le savant histologiste, et, selon Nocard et Vallée, leur absence ne saurait faire exclure l'existence de la rage. — Les hygiénistes, les administrateurs liront avec fruit la partie où M. Marie discute les questions de police sanitaire, qui jouent un si grand rôle dans la prophylaxie de la rage.

Ce livre arrive au moment où les Instituts antirabiques tendent de plus en plus à se multiplier; aussi lira-t-on avec utilité les passages de ce volume qui concernent l'installation et le fonctionnement des Instituts antirabiques, et l'application de la méthode pasteurienne, qui, comme le dit M. E. Roux dans la préface, a épargné des milliers de vies humaines, et dont les résultats dépassent les plus satisfaisants obtenus jusqu'ici en Médecine.

D^r A. LOIR,
Directeur de l'Institut Antirabique de Tunis.

5° Sciences diverses

Marion (Henri), *Professeur à la Faculté des Lettres de Paris.* — *Psychologie de la Femme.* 1 vol. in-12 de xii-307 pages. (Prix : 3 fr. 50) Armand Colin et Co, éditeurs, Paris, 1901.

Lourbet (Jacques). — *Le problème des sexes.* 1 vol. in-8° de 301 pages. Prix : 3 fr. 50. V. Giard et Briere, éditeurs, Paris, 1901.

Voici deux livres qui se rapportent au même sujet et dont, en dépit de frappantes différences de ton, d'esprit et de méthode, les conclusions sont, sur bien des points, les mêmes. M. Lourbet ramène à des causes historiques et sociales, dont l'effet peut et doit aller s'effaçant, les traits de l'intelligence et du caractère féminins qui se pourraient interpréter comme des marques d'infériorité, et se refuse à les faire dériver des particularités que présente, au point de vue physiologique, l'organisme de la femme. M. Marion, à vrai dire, bien qu'il ait plus longuement et plus fortement insisté sur sa fonction d'épouse et de mère, dont l'accomplissement lui semble l'essentiel de la vie de la femme et la raison d'être de tout le reste, ne conclut pas autrement. M. Lourbet s'attache à établir que, si l'équité autant que l'intérêt social commandent qu'une réelle égalité de droits soit créée entre les deux sexes, il est à souhaiter que cette « équivalence » de l'homme et de la femme ne se transforme jamais en une sorte d'identité où s'effacerait la féconde originalité de l'un et de l'autre et où s'amoindriraient, en se neutralisant, leurs aptitudes spéciales. C'était là aussi, à peu de chose près, l'opinion de M. Marion. Tous deux ils sont d'avis que les multiples problèmes pédagogiques et sociaux que la vie actuelle contraint à se poser ne peuvent être résolus que par l'incessante et intime collaboration de l'homme et de la femme.

Si la mort n'a point permis à M. Marion de conduire au dernier point d'achèvement ce livre qu'il aimait, du moins sommes-nous assurés que l'on a conservé, dans ces pages, sa pensée tout entière. Il est une idée cependant qui domine tout l'ouvrage, et qui nous semble appeler quelques réserves : c'est la transmission héréditaire aux femmes de notre temps des caractères acquis par leurs mères et leurs aïeules, au cours de cette longue période de sujétion où se sont déroulées leurs vies et dont, à vrai dire, le terme n'est point encore apparu. Une femme est fille de son père comme de sa mère, elle lui emprunte bien souvent des particularités de structure physique ou mentale, des aptitudes, des goûts, des maladies; il serait bien étrange que, si ces façons féminines d'être et de penser ne sont pas sous la dépendance immédiate du sexe, mais d'origine purement sociale, elles se soient ainsi transmises par hérédité maternelle, sans que l'hérédité paternelle les ait en rien altérées. La vérité est, à nos yeux, qu'il s'agit beaucoup moins ici d'hérédité biologique que de tradition, d'éducation, d'imitation, de ce que Baldwin a appelé hérédité sociale. Du reste, M. Marion ne méconnaît pas l'importance de cette imitation sociale et, en désaccord sur ce point avec M. Lourbet, il reconnaît, d'autre part, que, si large qu'il faille faire la part des facteurs sociaux dans la genèse des particularités de l'intelligence et du caractère féminins, il est bon nombre de traits caractéristiques de l'esprit de la femme qui sont sous la dépendance immédiate de son organisation sexuelle; il fait sien la phrase célèbre de Maudsley : « *Sex lies deeper than culture* ». Peut-être serait-il parvenu à une conception plus exacte et plus précise de cette question de l'origine des caractéristiques psychologiques des deux sexes, s'il n'avait pas écarté de propos délibéré du champ de ses recherches les documents ethnographiques; ils lui auraient fourni plus d'une indication précieuse, et lui auraient montré, en particulier, que la division du travail et la spécialisation

des fonctions sont beaucoup plus complètes dans les sociétés non civilisées, qu'il ne l'avait imaginé.

Après ces premiers chapitres, consacrés à l'étude de la condition sociale de la femme dans le passé, M. Marion fait une rapide esquisse de ses caractères anatomiques et physiologiques, et examine les conséquences psychologiques qu'entraîne, pour la jeune fille et pour la femme, le développement de la fonction pour laquelle elles sont essentiellement organisées : la fonction maternelle. Il recherche dans les goûts, les tendances, les manières d'être et d'agir de la petite fille avant la puberté, l'esquisse de la femme future, puis, passe en revue les diverses catégories de phénomènes psychologiques, en s'efforçant de déterminer dans quelle mesure diffèrent, chez l'homme et chez la femme, les diverses manifestations de la vie affective et de la vie intellectuelle, et comment se traduisent, dans les actes, ces variations des événements intérieurs. La caractéristique essentielle de l'esprit féminin, c'est pour lui, en dépit des expériences contestables de Lombroso sur la sensibilité féminine, la prédominance de la vie émotionnelle; il en étudie, avec grand soin, les divers aspects : tendances égoïstes (sensualité, avarice, coquetterie, jalousie, envie, besoin de dominer), sentiments sympathiques, il montre que la femme est, comme l'homme, capable d'amitié vraie et désintéressée, sentiments supérieurs (sens esthétique, sentiment religieux, curiosité scientifique, désir de la vérité, sens moral; il place, dans cette catégorie, la pudeur), et s'efforce de mettre en lumière la réaction exercée par ces divers sentiments les uns sur les autres. On peut s'étonner que nulle place n'ait été donnée à l'étude des émotions simples : joie, tristesse, colère, peur, etc. Le chapitre consacré à l'étude de l'intelligence féminine est l'un des meilleurs du livre : M. Marion montre finement que le plus réel obstacle au développement intellectuel de la femme, c'est sa docilité, sa plasticité même, son manque d'originalité, œuvre, d'ailleurs, des conditions sociales où elle a vécu. La seule qualité qu'il lui refuse — et à juste raison — c'est l'esprit critique. Il signale aussi son manque d'initiative. Elle est ingénieuse et adroite, elle a une imagination merveilleuse des détails, elle est rarement, dans le domaine de l'action, créatrice et vraiment inventive. Mais elle a toutes les qualités négatives qui font les volontés fortes : la patience, l'endurance, l'obstination. Le caprice est chez elle de surface et d'apparence; le fond, c'est, chez la plupart, la ténacité douce.

Les derniers chapitres sont consacrés à l'étude de la destinée de la femme, des améliorations que comporte sa condition, et des droits politiques à lui concéder.

Le livre de M. Lourbet est, avant tout, un livre de polémique. On le lit, néanmoins, avec intérêt et avec fruit, en dépit des réserves que suscitent certaines des opinions que M. Lourbet a adoptées, sans les soumettre à une assez rigoureuse critique : la théorie, par exemple, qui fait de la famille maternelle une forme postérieure et dérivée par rapport à la famille patriarcale. L'idée qui domine tout l'ouvrage, c'est qu'aux premières phases de l'évolution humaine, la condition même du développement mental se trouvait dans une certaine supériorité de force musculaire, qui seule pouvait assurer les loisirs et l'indépendance nécessaires pour se libérer de l'existence purement animale; de là, l'état d'infériorité intellectuelle où la femme a été longtemps condamnée à vivre. Le plan qu'a suivi M. Lourbet est analogue à celui de M. Marion. Il s'est surtout attaché à établir qu'aucun des caractères anatomiques sur lesquels on a voulu fonder l'infériorité nécessaire de la femme n'a la constance, la signification ou la valeur que la plupart des auteurs leur ont attribuées; sur bien des points il a partiellement raison, mais il a affaibli son argumentation en abondant, plus qu'il n'aurait fallu, dans son propre sens.

L. MARILLIER,

Maître de Conférences

à l'École pratique des Hautes-Études

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

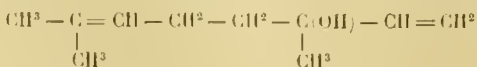
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Avril 1901.

M. R. Zeiller est élu membre dans la Section de Botanique.

1. SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Lebesgue montre que toute fonction dérivée, limitée supérieurement en valeur absolue, étant de première classe, est sommable et que son intégrale, considérée comme fonction de sa limite supérieure, est une de ses fonctions primitives. — M. H. Dulac communique ses recherches sur les intégrales analytiques des équations différentielles du premier ordre dans le voisinage de conditions initiales singulières. — M. de Séguier détermine les équations de certains groupes et montre, en particulier, que le seul groupe deux fois transitif de degré $p + 1$ et d'ordre $\frac{1}{2}p(p^2 - 1)$ ($p > 2$) est le groupe modulaire, excepté si $p = 7$. — M. P. Duhem démontre, par une méthode semblable à celle de Lejeune-Dirichlet, un théorème relatif à la stabilité d'un système animé d'un mouvement de rotation. — M. Ed. Maillet démontre que les lois des montées de Belgrand et les formules des débits d'un cours d'eau sont, en réalité, non des lois empiriques, mais des lois théoriques approximatives. — M. A. Cornu indique une méthode de compensation mécanique de la rotation du champ optique fourni par le sidérost et l'héliostat, basée sur l'emploi du joint universel ou croisillon. La solution est aussi rigoureuse que celles de M. Turner et de M. Lippmann et elle a sur elles l'avantage d'être mécaniquement plus parfaite, car elle ne comporte que des mouvements de pivotement réalisables avec une rigueur presque indéfinie par les procédés mécaniques usités dans la construction des instruments de précision.

2. SCIENCES PHYSIQUES. — M. Edouard Mack a vérifié sur l'éther la loi de M. Amagat : A volume constant, l'augmentation de pression est proportionnelle à l'accroissement de température. C'est-à-dire que les lignes d'égal volume ou *isochores* sont des droites : $p = \alpha t + \beta$. Les isochores de l'éther présentent une légère courbure, mais, vu leur petitesse, les écarts peuvent être attribués aux erreurs de mesures seulement. — M. L. Decombe indique le mode opératoire qu'il a employé pour mesurer la période des oscillations électriques par le miroir tournant. Le résultat général a été la constatation de l'unicité de la période des excitateurs électriques. — M. G. A. Hemsalech a constaté que le spectre de bandes, obtenu dans l'étincelle oscillante avec certains métaux, est identique au spectre de bandes de l'azote du pôle négatif. Il n'a trouvé aucune bande du pôle positif. — MM. Ph.-A. Guye et F.-L. Perrot indiquent une méthode de mesure rapide de la tension superficielle des liquides par la méthode des gouttes, qui permet, dans certaines conditions, d'obtenir cette valeur à 1 ou 2 % près. — M. P. Th. Muller a reconnu que la conductibilité électrique d'une eau minérale ou d'une eau de source est une constante caractéristique ; on peut reconnaître la moindre variation de composition de l'eau par une variation correspondante de la conductibilité. — M. Ph. Barbier a fait l'étude du myrcénol, alcool provenant de l'hydratation du myrcène, et a reconnu qu'il possède la constitution :



Comme cette formule est celle qui a été attribuée au hicaréol par M. Tiemann, il faudra en chercher une

autre pour ce corps. Le myrcénol donne, par oxydation un aldéhyde isomère du lémonal et susceptible d'exister sous deux formes stéréoisomériques. — M. A. Wahl a préparé, par réduction du nitro-diméthylacrylate d'éthyle, le nitroacétate d'éthyle. Il a obtenu le même corps à partir du nitro-malonate d'éthyle par élimination de CO_2 sous l'influence de la potasse. — M. Mavro-jannis a préparé les trois éthers ortho, méta et para-nitro-benzoylécanacétiques en faisant réagir les chlorures de nitrobenzoylé sur l'éther cyanacétique sodé. — M. Al. Leys indique une nouvelle réaction caractéristique de la saccharine ; en ajoutant à une solution extrêmement diluée de saccharine 2 gouttes de perchlorure de fer, puis 2 cc. d'eau oxygénée, on obtient, au bout de 30 minutes, une coloration violette qui se maintient pendant des semaines. L'auteur décrit l'application de la méthode aux produits de laiterie. — M. M. E. Pozzi-Escot indique les réactions microchimiques de quelques alcaloïdes, spécialement avec le chlorure de platine et l'iodure de potassium ioduré. — M. G. André a étudié la migration des matières azotées et des matières ternaires dans le *Sinapis alba* et le *Lupinus albus*. — M. Balland a fait l'analyse des graines du Voandzou, légumineuse de l'Afrique inter-tropicale ; ces graines offrent la particularité de renfermer les matières nutritives dans les proportions nécessaires pour en faire un aliment complet.

3. SCIENCES NATURELLES. — M. L. Cailletet présente un appareil permettant aux aéronautes d'emporter de l'oxygène dans leurs ascensions ; il se compose de plusieurs vases contenant de l'oxygène liquide, d'un récipient destiné à faire repasser à l'état gazeux l'oxygène liquide en le réchauffant, enfin d'une sorte de masque qui assure la respiration du gaz par le nez. Cet appareil a été employé avec succès par le comte Castillon de Saint-Victor dans une ascension. — M. G. Weiss communique un aperçu de ses recherches sur les constantes physiques qui interviennent dans l'excitation électrique du nerf. — M. Aug. Charpentier décrit une nouvelle méthode pour la mesure directe de la longueur d'onde dans le nerf à la suite d'excitations électriques brèves. Elle peut se comparer à la méthode de Koenig pour montrer l'interférence du son dans un tuyau à deux branches. On a obtenu, pour les demi-longueurs d'onde, les valeurs : $18^{\text{mm}}, 5$; $9^{\text{mm}}, 2$; $6^{\text{mm}}, 2$; $4^{\text{mm}}, 5$, ce qui démontre la coexistence d'harmoniques avec la vibration fondamentale. — MM. Charrin et Guillemonat ont constaté sur des cobayes qu'on fait fléchir la vitalité d'un organisme et sa résistance à la maladie quand on stérilise les milieux qu'il habite, l'air qu'il respire et les aliments qu'il ingère. — M. Marage a reconnu que le liquide de l'oreille interne de la genouille est une dissolution, dans un fluide de nature indéterminée, de bicarbonate de chaux et de traces de bicarbonate de magnésie avec des cristaux de carbonates en excès ; l'une des fonctions des otolithes est de maintenir aussi constante que possible la conductibilité acoustique de ce milieu. — MM. C. Vaney et A. Conte ont étudié les phénomènes d'histolyse et d'histogénèse accompagnant le développement des Trématodes endoparasites des Mollusques terrestres ; il n'y a, à aucun moment, intervention de la phagocytose. — M. A. Conte décrit l'évolution des feuilles blastodermiques chez quelques Nématodes. On constate une disparition plus ou moins importante de l'ectoderme, et une disparition totale de l'endoderme. Le tube digestif de l'adulte est formé, d'une part par des éléments ectodermiques constituant l'œsophage, d'autre part par des éléments mésodermiques formant l'intestin. Dans tous ces cas, la cavité générale est limitée par deux feuillets

d'origine mésodermique. — MM. H. Contiére et J. Martin décrivent un nouvel hémiptère marin recueilli à Djibouti, *Hermatobates Djiboutensis*, et un individu un peu différent qu'ils nomment *Hermatobates Marchei*. L'étude de ces insectes les conduit à créer une nouvelle sous-famille d'Hémiptères, celle des *Hermatobatini*. — M. P. Carles adresse une note ayant pour titre : « La pourriture grise du raisin aurait-elle quelque rapport avec la présence des morilles dans les vignes? »

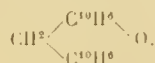
Séance du 6 Mai 1901.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants. M. G. Zeuner est élu Correspondant dans la Section de Mécanique. M. Oudemans est élu Correspondant dans la Section de Géographie et de Navigation.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Loewy présente le quatrième volume des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, renfermant le catalogue, dû à M. Saint-Blancat, de 3.179 étoiles visibles dans la zone de Toulouse. — M. B. Baillaud a appliqué le photomètre à coin à la mesure des grandeurs photographiques des étoiles. L'emploi de cet appareil offre moins de précision pour les très belles étoiles que pour les étoiles faibles. Toutefois, les résultats paraissent suffisamment exacts. — M. G. Bigourdan donne la liste des nébuleuses nouvelles découvertes à l'Observatoire de Paris de 1897 à 1900. — M. A. Demoulin cherche à déterminer la surface réglée la plus générale telle que le lieu des projections d'un point quelconque de l'espace sur ses génératrices soit une courbe sphérique. Le cône le plus général satisfait à la question. Une autre solution est fournie par un cône droit admettant comme directrice curviligne l'intersection d'un cylindre de révolution renfermant l'axe du cône et d'une sphère quelconque. — M. G. Tzitzeica s'occupe de la détermination de toutes les surfaces qui admettent un réseau conjugué invariable dans une déformation continue. — M. L. Desaint communique ses recherches sur les séries de Taylor et les étoiles correspondantes. — M. C. E. Guillaume indique un procédé pour la correction de l'erreur secondaire des chronomètres. Il consiste à employer pour les balanciers une combinaison de laiton et d'acier au nickel, dont les dilatations vont en s'écartant à mesure que la température s'élève. Des chronomètres à balanciers construits sur ce principe ont présenté une erreur secondaire pratiquement nulle.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Poincaré, poursuivant ses études sur la pression atmosphérique, détermine le mouvement, en chaque jour synodique, de l'axe instantané de symétrie des écarts barométriques. — M. E. Bertinhand a étudié les poussières atmosphériques rouges observées à Tunis le 10 mars 1901. Elles étaient constituées par un sable siliceux entouré d'une fine pellicule de limonite; elles provenaient vraisemblablement du Sahara, d'où elles avaient été arrachées par un ouragan. — M. V. Crémieu : Sur l'existence des courants ouverts (Voir p. 498). — M. G. Flusin a étudié l'osmose à travers la membrane semi-perméable de ferrocyanure de cuivre. Pour un même vase, les vitesses d'osmose sont proportionnelles aux pressions osmotiques, et, par conséquent, inversement proportionnelles aux poids moléculaires. L'urée seule présente une anomalie, provenant de ce qu'elle traverse la membrane. — M. L. Guillet a cherché à préparer des alliages d'aluminium et de tungstène, en réduisant l'acide tungstique par un plus ou moins grand excès d'aluminium. Suivant les conditions, il a obtenu les alliages Al²Tu³, Al³Tu, Al³Tu², en cristaux bien déterminés. Les résultats sont bien moins nets avec l'oxyde TuO₂. — M. A. Granger, en faisant réagir le mercure sur le triiodure d'antimoine en tube scellé vers 300°, a obtenu un iodoantimoniure de mercure Hg²Sb³. 2HgI³. Il cristallise en prismes. — M. Ad. Jouve a trouvé de petits cristaux prismatiques de chaux dans un four à carbure de calcium qui avait été arrêté au début de la réaction. Ils se sont probablement formés par refroidissement de la chaux fondue ou vaporisée dans cet espace clos. — M. V. Thomas

établit que : 1^o le mercure réagit sur l'iodure de méthylène exempt d'iodoforme en donnant en même temps CH².HgI, CH².HgI² et CH.HgI³; 2^o l'iodure CH².HgI se décompose sous l'action de la chaleur en donnant les dérivés CH²(HgI)² et CH.HgI³; 3^o l'iodure de méthylène est décomposé par certains métaux avec formation d'éthane et de méthane ou de carbures acétyléniques précipitant en rouge le chlorure cuivreux ammoniacal. — MM. Ch. Moureu et R. Delange, en traitant l'acide amypropionique par l'acide sulfurique fumant, ont obtenu l'acide gras à deux atomes de carbone de moins; en traitant le même acide acétylénique par la potasse alcoolique, ils ont obtenu un acide β-cétonique non substitué et à chaîne normale, l'acide caproylacétique. — M. A. Wahl, en chauffant à 100° une solution chlorhydrique étendue d'α-aminodiméthylacrylate d'éthyle, a obtenu un corps qu'il suppose être l'acide diméthylpyruvique. Pour fixer sa constitution, il l'a réduit par l'amalgame de sodium et a obtenu l'acide α-oxysovalérique, ce qui confirme son hypothèse. — M. R. Fosse montre que l'anhydride obtenu par Roussau en appliquant la réaction de Reimer et Tiemann au β-naphtol, n'est autre chose que la dinaphtoxanthène :



M. M. Descudé, en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur l'oxyde d'éthyle (éther) en présence de ZnCl₂, a obtenu du chlorure et de l'acétate d'éthyle. Avec un éther mixte (oxyde de méthyle-amylo), on obtient à la fois du chlorure de méthyle et du chlorure d'amylo, et de l'acétate de méthyle et de l'acétate d'amylo. Les réactions sont presque quantitatives. — M. G. André examine la variation des hydrates de carbone saccharifiables, de la cellulose insoluble et de la vasculose dans le *Sinapis alba* et le *Lupinus albus*.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. Lannelongue, Achard et Gaillard ont étudié l'influence du travail musculaire, de l'alimentation insuffisante et de l'inhalation d'un air chargé de poussières sur la marche de la tuberculose chez les cobayes. L'action pernicieuse de ces trois facteurs a été nettement constatée. — M. C. Phisalix a étudié l'affection connue sous le nom de maladie des chiens, et en a isolé et cultivé le microbe spécifique. C'est le même que celui de l'infection spontanée du cobaye. L'auteur a constaté, de plus, que les jeunes chiens qui ont reçu, à plusieurs reprises, des inoculations de culture atténuée du microbe, résistent aussi bien à la contagion naturelle qu'à l'infection expérimentale. — M. Bierry a constaté que l'injection du sérum néphrotoxique au chien provoque une albuminurie intense qui peut amener la mort. Le sérum d'un chien ainsi rendu néphritique jouit, à son tour, de propriétés néphrotoxiques vis-à-vis d'un autre chien. — M. Etienne Rabaud montre que les processus téragènes se divisent en deux grands groupes; certains d'entre eux sont extrêmement précoces, les autres plus ou moins tardifs. — M. A.-D. Waller décrit un signe distinctif qui permet de reconnaître sur la peau intacte, par les réactions aux excitations électriques, si les tissus sont vivants ou morts; comme la peau est douée d'une survie exceptionnellement prolongée, le fait de sa mort indique que la mort définitive a eu lieu. — M. E. Bataillon a étudié l'évolution des œufs immatures de *Rana fusca*. Il est conduit à leur attribuer une pression osmotique supérieure à celle de l'œuf mûr. — MM. Fabre-Domergue et Eug. Biérix ont étudié le développement de la Sole au laboratoire de Concarneau. Favorisé par une nourriture abondante, on obtient une survie de plus de 50 %, ce qui permet d'envisager la possibilité d'une culture industrielle de la Sole. — M. Jean Friedel décrit des expériences qui le conduisent à supposer que l'assimilation chlorophyllienne est accomplie, sans intervention de la matière vivante, par une diastase qui utilise l'énergie des rayons solaires, la chlorophylle fonctionnant comme sensibilisateur. —

M. E. de Martonne a reconnu que les mouvements du sol, en Valachie, accusent une tendance générale à l'affaissement, comme dans le bassin pannonique. Mais cet affaissement atteint son maximum d'amplitude et d'extension dans la région limitrophe de la Moldavie, tandis qu'à l'ouest de l'Oltu, il était localisé à la bordure du massif cristallin et compensé probablement par un soulèvement d'une partie de l'Olténie tertiaire. Toute l'histoire du bas Danube et des vallées valaques est en liaison intime avec ce processus qui se continue peut-être encore à l'heure actuelle. — M. F.-A. Forel a pratiqué des sondages thermométriques sur les eaux du Léman, et a comparé les variations de la température avec celles d'autres lacs. Il en déduit que l'amplitude de la variation thermique annuelle est fonction de la latitude; elle est nulle à l'équateur et maximale au pôle. D'autre part, il semble que la profondeur de pénétration de la chaleur croît aussi avec la latitude.

LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Mai 1904.

M. H. Morize, au sujet d'une récente communication de M. B. Brunhes, rappelle que, dans sa thèse, publiée en 1898 à Rio de Janeiro, et écrite en langue portugaise, il a décrit, mais non réalisé, une méthode pour la mesure de la vitesse des rayons de Bontgen. Un même flux de rayons X provoquerait successivement la décharge de deux micromètres chargés situés sur son parcours et séparés par une distance connue. On évaluerait au miroir tournant l'intervalle de temps séparant les deux étincelles, et l'on en déduirait la vitesse des rayons actifs. M. Morize propose aujourd'hui une autre méthode. Une fente fixe serait éclairée par une source de rayons X. Assez loin devant cette fente, un système de deux disques, portés par un même axe horizontal, peut être mis en rotation rapide. Ces disques sont munis de lentes qui, successivement, viennent se mettre deux par deux en ligne droite avec la fente fixe. Si le disque tourne très lentement, c'est dans cette position qu'un écran fluorescent placé derrière le dernier disque peut s'illuminer. Quand les disques tournent très vite, et si les rayons X se propagent avec une vitesse finie, l'illumination de l'écran doit se déplacer, dans le sens du mouvement, d'une quantité dont la mesure fera connaître la vitesse des rayons X. M. L. Benoist fait observer qu'il a établi et présenté à M. Lippmann, en mars 1898, en vue d'une réalisation ultérieure, un projet de mesure de la vitesse des rayons X, complètement étudié et fondé précisément sur la méthode et la disposition expérimentale que propose en dernier lieu M. Morize. — M. V. Crémieu informe la Société de Physique qu'il croit avoir pu réaliser expérimentalement des courants ouverts. L'existence de ces courants serait la conséquence directe des résultats obtenus par l'auteur sur la non-existence de l'effet magnétique de la convection électrique. Le principe de l'expérience est le suivant : Un disque d'ébonite a été doré suivant des secteurs radiaux isolés les uns des autres. Ces secteurs se chargent par influence en face d'un inducteur fixe en touchant un premier balai métallique; ils viennent ensuite se décharger sur un balai relié au premier par un fil conducteur. On constate alors que la partie *convection* du circuit ainsi constitué ne produit aucun effet magnétique, tandis que la partie *conduction* en produit un très notable. L'intensité mesurée des courants réalisés est de l'ordre de 10^{-3} ampère. L'expérience est trop délicate pour pouvoir être reproduite en public; mais l'auteur, désireux de la soumettre aux critiques de toutes les personnes compétentes, se tient à leur disposition, au Laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne. — La question des poids moléculaires étant généralement abordée par ses côtés physiques, M. Lespieux demande à la Société la permission

d'envisager rapidement le côté chimique. Il rappelle d'abord comment on peut arriver aux nombres actuellement en usage, soit en admettant l'existence des atomes et l'hypothèse d'Avogadro, soit en partant de l'existence de nombres proportionnels et en fixant le choix de ces nombres par la condition de correspondre à des volumes de vapeur égaux. Il expose que cette manière de procéder peut paraître supérieure à la première parce qu'elle est exempte d'hypothèse, mais qu'en réalité elle est obligée d'admettre dans les combinaisons chimiques une simplicité qui ne s'y rencontre pas. Il cite de nombreux exemples à l'appui de son dire. Il existe, par exemple, des carbures $C^{12}H^{12}$ et $C^{12}H^{26}$. Le rapport des poids d'hydrogène qui se combinent ici à un même poids de carbone est égal à $\frac{12 \times 14}{13^2}$. On n'oserait pas citer de tels exemples après avoir énoncé les lois de Dalton et de Gay-Lussac comme on les énonce d'habitude. Pour mettre ces lois en accord avec les faits actuellement connus, il faudrait remplacer les rapports *simples* par des rapports *commensurables*. Mais l'analyse devient impuissante à confirmer de telles lois, et l'hypothèse que l'on fait se confond pratiquement avec celle des atomes. D'ailleurs, comme l'ont dit Gerhardt, Wurtz et bien d'autres, les formules des corps sont faites pour rappeler les réactions de ces corps. Elles ne doivent être que des équations de réactions contractées (Gerhardt). M. Lespieux essaye d'établir que l'étude des réactions d'un corps permet à elle seule de lui donner une formule développée sans hypothèse d'Avogadro et sans notion de valence. Il rappelle que les chimistes n'hésitaient point à sacrifier l'hypothèse d'Avogadro quand elle semblait en contradiction avec les formules déduites des propriétés chimiques; il cite les travaux de Williamson sur l'éther, de Wurtz sur les radicaux hydrocarbonés, comme ayant établi par une voie chimique les formules de ces composés. Il se résume en disant que la recherche du poids moléculaire d'un corps et celle de sa formule développée sont deux problèmes inséparables. L'idée d'Avogadro devient, dans cette conception, une loi expérimentale au même titre que la loi de Raoult. Il semble d'ailleurs à M. Lespieux que cet accord entre les propriétés chimiques et les propriétés physiques plaide singulièrement en faveur de l'hypothèse atomique. — MM. P. Curie et G. Sagnac exposent leurs recherches sur l'électrisation négative des rayons secondaires dérivés des rayons X. Tandis que les rayons X ne se montrent pas électrisés, les rayons secondaires qu'excitent les rayons X en frappant le zinc, l'étain et surtout le platine ou le plomb, nous ont fourni des flux d'électricité négative de l'ordre du 10^{-10} ampère; les rayons secondaires de l'aluminium ne semblent pas électrisés, et l'on sait qu'ils ne diffèrent pas notablement des rayons X qui les excitent, tandis que les rayons secondaires du zinc, de l'étain, et surtout du platine ou du plomb sont beaucoup plus absorbables que les rayons X générateurs dont ils sont une transformation¹. L'émission électrique du plomb, par exemple, est aussi absorbable que l'émission cathodique produite par la décharge dans le vide et étudiée par P. Lenard. Aussi est-elle difficile à observer quand le métal rayonnant est entouré d'un diélectrique solide (paraffine). Nous l'avons étudiée surtout en plaçant une lame L du métal rayonnant (platine, par exemple) à quelques millimètres seulement des

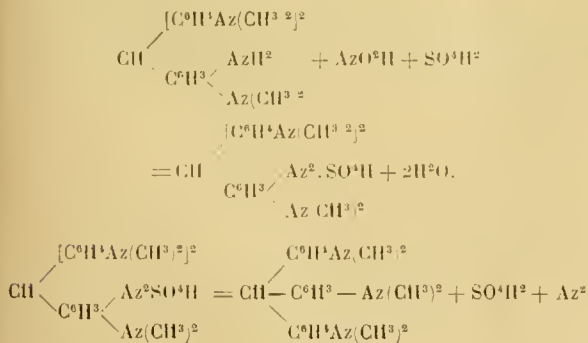
¹ Le Professeur Born a constaté que les rayons secondaires du platine, du plomb renferment des rayons déviables par l'aimant et d'autres rayons non déviables; ceux-ci existent seuls dans le faisceau secondaire de l'aluminium. L'un de nous avait antérieurement émis l'hypothèse que les rayons secondaires issus de la transformation des rayons X par les métaux tels que le platine, le plomb, pouvaient bien renfermer des rayons déviables par l'aimant (G. Sagnac: *L'Eclairage électrique* du 12 mars 1898: *Rayons X, rayons secondaires et rayons Lenard*).

parois d'une boîte métallique B, dans laquelle nous raréfions l'air jusqu'au vide de Crookes ($\frac{1}{1.000}$ de millimètre de mercure), de manière à lui rendre suffisamment ses propriétés isolantes malgré l'action des rayons X et des rayons secondaires qui le traversent. Un tube focus, placé à quelques centimètres seulement de la lame L, lui envoyait des rayons X sur une surface d'environ 30 centimètres carrés, à travers des fenêtres fermées par de l'aluminium. L'intérieur de la boîte B était tapissé d'aluminium. La lame L (platine par exemple), isolée des parois, communiquait avec l'aiguille d'un électromètre et avec un quartz piézo-électrique; on pouvait ainsi mesurer le flux électrique des rayons secondaires par la méthode d'opposition de M. Curie. On compensait d'ailleurs l'effet dû à la force électromotrice entre le métal L et celui des parois de la boîte B (platine-aluminium par exemple), effet qui, dans le vide de Crookes, n'est plus que la centième partie environ du courant étudié. Dans les conditions indiquées, le platine, perdant les charges négatives emportées par les rayons secondaires, se chargeait de la quantité complémentaire d'électricité positive. On renversait le phénomène et l'on recueillait l'électricité négative envoyée par les rayons secondaires en formant la lame intérieure L d'aluminium et plaçant une mince feuille de platine sur les fenêtres de la boîte B. L'existence de rayons secondaires électrisés formant un faisceau déviable, mélangé à des rayons non déviables, est en accord avec l'analogie des rayons secondaires et des rayons spontanés des corps radioactifs signalée par M^{me} Curie. Elle s'accorde aussi avec l'analogie des rayons X et des rayons ultraviolets. Le Professeur A. Righi et le Professeur P. Lenard ont, en effet, montré que les rayons ultraviolets peuvent, en frappant des métaux (électrisés ou non), provoquer une émission de rayons cathodiques particuliers. — M. Guillaume présente, à la demande de M. le Dr Berger, un appareil désigné par lui sous le nom de *plastiscope*, et qui permet, grâce à une illusion d'optique, de donner, dans certains cas, une impression assez nette de relief avec une seule image. Une loupe binoculaire est complétée par un système divergent tel que la mise au point sur les bords du champ soit plus éloignée qu'au centre. De cette façon, la partie centrale et les parties périphériques ne sont pas au point en même temps; et si, comme cela arrive souvent, le sujet central et principal du dessin est en avant du reste, il apparaît effectivement avec un faible relief attribuable uniquement à la mise au point.

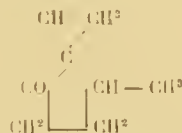
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Mai 1901.

M. A. Haller décrit, au nom de M. A. Guyot et au sien, une nouvelle matière colorante qui dérive du diphenylèneméthane ou phénylfluorène. Ce composé s'obtient diazotant, en solution sulfurique concentrée, l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane ortho-amidé, et oxydant ensuite la leucobase obtenue :



Quand la diazotation se fait en solution acide étendue, on obtient la leucobase du violet cristallisé hydroxylé. Quand elle se fait en solution chlorhydrique, il se forme, outre le dérivé phénolique, la leucobase du violet cristallisé monochloré, et ce dernier en quantité d'autant plus grande que l'acide employé est plus concentré. La leucobase décrite plus haut donne, par oxydation, une matière colorante d'un bleu-violet qui, en teinture, donne des nuances tirant sur le bleu. — MM. E. Blaise et G. Blanc ont cherché à montrer qu'il existe entre les acides du type α -campholénone, d'une part, β -campholénone, β -campholytique (isolauronolique) d'autre part, une différence profonde qui provient de la *transposition apparente* dans le noyau C^6H^4 du camphre, du reste CO^2H ou $CH^2.CO^2H$. Pour cela, ils ont traité la dihydrocampholénone de Mahta et Tiemann par le brome et la soude, et obtenu une nouvelle base, l' α -dihydroaminocampholénone $C^8H^{12}O$. AzH^2 . Eb. à 190°; l'urée fond à 107-108°, l'oxamide à 147-148°, le picrate à 227° (se déc.). $\alpha_n = +32^{\circ}, 18$. $D^{20} = 0,8633$. La comparaison de cette base avec l'isomère droit du dihydro- β -aminocampholénone n'a pu être faite parce que cette dernière base n'a pu être dédoublée en ses deux composants optiques. De ce côté, la démonstration est incomplète. L'acide dihydrocampholénone a alors été bromé. L'éther bromé correspondant $C^8H^{12}Br$. $CO^2C^2H^5$ bout à 133-140° ($H = 12$ mm.). Traité par la potasse alcoolique, il donne un acide incomplet C^8H^{12} . $CH = CH$. CO^2H . Eb. à 155° (12 mm.). F . à 70°. Ce dernier, oxydé par le permanganate, donne une cétone $C^8H^{10}O$. Eb. à 164-165°. L'oxime fond à 107-108°, la semicarbazone à 188°. Elle est donc différente de la triméthyl-1. 1. 2-cyclopentanone-3 de Noyes et ne peut avoir que la constitution :



— MM. Ch. Moureu et R. Delange communiquent les premiers résultats qu'ils ont obtenus dans l'étude des acides acétyléniques. Ils ont préparé deux acides acyéliques normaux, l'ac. amylopropionique $C^6H^{10} - C \equiv C - CO^2H$ et l'ac. hexylpropionique $C^8H^{14} - C \equiv C - CO^2H$, ainsi qu'un certain nombre de leurs dérivés. Chacun de ces acides, hydrogéné par le sodium et l'alcool absolu, fournit l'acide saturé gras correspondant; l'un d'eux est identique à l'acide caprylique $C^8H^{16}O^2$, qui existe sous forme de glycéride dans le beurre de vache, et l'autre à l'acide pélagonique $C^6H^{10}O^2$ de l'essence de pélagonium. L'acide amylopropionique, traité par l'acide sulfurique fumant, se dédouble avec formation d'acide caproïque $C^6H^{12}O^2$ et d'un acide sulfoné. Chauffé avec de la potasse alcoolique, il fixe une molécule d'eau, en donnant, avec de bons rendements, l'acide caproylacétique $C^8H^{14} - CO - CH^2 - CO^2H$, nouvel acide β -cétonique dont il est aisé de préparer les éthers par éthérisation directe. Cette dernière réaction sera généralisée; elle constitue un procédé de synthèse nouveau des acides et éthers β -cétoniques. — M. Wyrouboff résume brièvement ses recherches sur la constitution des composés du chrome. — M. Albert Granger décrit la préparation et les propriétés d'un iodoantimoniure de mercure obtenu en faisant réagir l'iode d'antimoine sur le mercure. Ce composé $Hg^2Sb^2, 2HgI^2$ est cristallisé et rappelle la stibine par son aspect.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Avril 1901.

M. H. L. Callendar lit un mémoire sur la correction thermodynamique du thermomètre à gaz. Dans un court historique, il montre que les hypothèses faites par

ceux qui ont jusqu'à présent tenté de résoudre cette question, ont été généralement erronées. De 1885 à 1888, M. Chappuis a fait une série de comparaisons soignées entre divers thermomètres à gaz et un thermomètre à mercure très délicat, et il a dressé une table de différences entre les thermomètres à hydrogène et à azote. M. Gallendar a pris les observations de M. Chappuis et calculé une nouvelle table de différences. L'indice n de l'équation de Joule-Thomson modifiée n'est pas constant. Pour la vapeur, il est de 3,5; pour CO_2 il est de 2. La correction thermodynamique est très faible, surtout dans le cas de l'hydrogène et de l'hélium; elle est bien moindre que la correction pour la dilatation du bulbe du thermomètre. — M. R. W. Wood communique une note sur la production d'un spectre de lignes brillant par la dispersion anormale et ses applications. M. W. H. Julius a suggéré l'idée que le « spectre à éclats », vu immédiatement au moment de la totalité, est peut-être dû à la réfraction anormale de la lumière de la photosphère par l'atmosphère de vapeurs métalliques qui entoure le Soleil. La lumière ainsi réfractée anormalement possède des longueurs d'onde presque identiques à celles que les vapeurs métalliques sont elles-mêmes capables de rayonner. Le Soleil est supposé entouré d'une atmosphère de vapeurs métalliques dont les indices de réfraction décroissent à mesure que la distance au centre croît. Dans cette atmosphère, les rayons de lumière venant de la photosphère se meuvent suivant des trajectoires courbes; l'indice de réfraction est très faible, excepté pour les longueurs d'onde très proches de celles absorbées par la vapeur. Donc la lumière qui ressemble à celle émise par les vapeurs sera très fortement réfractée, et s'incurvera suffisamment pour atteindre la Terre après que la photosphère aura été cachée par la Lune. L'auteur montre le spectre à éclat du sodium, en envoyant la lumière d'une lampe à arc par une fente horizontale sur le devant d'une plaque métallique plane supportée de telle façon que le plan de sa surface inférieure coïncide avec le plan de la fente. A une distance d'environ 2 mètres, on dispose un spectroscopie à vision directe donnant un spectre vertical, et placé à une hauteur telle que le prisme reçoit tout juste les rayons venant de la fente et rasant la plaque. En regardant au spectroscopie, on voit un beau spectre continu. On place alors un bec Bunsen sous la plaque métallique, et on y fait brûler du sodium. Il se produit une couche de vapeurs de sodium d'indice de réfraction variable. En élevant ou abaissant le spectroscopie, on voit les lignes du sodium dues à la dispersion anormale. En arrangeant des écrans, on peut obtenir ces lignes de telle façon, qu'en interceptant la lampe à arc le spectre à éclats s'évanouit.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

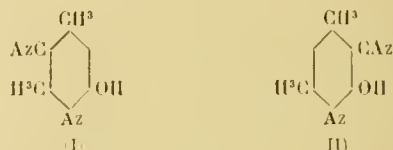
Séance du 28 Mars 1901.

Séance anniversaire annuelle. M. T. E. Thorpe, président sortant, résume l'activité de la Société pendant l'année écoulée. — Il est ensuite procédé à l'élection du bureau pour l'année courante; le scrutin donne les résultats suivants :

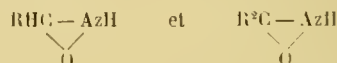
Président : M. J. Emerson Reynolds;
Vice-présidents : MM. E. Divers, C. E. Groves,
H. McLeod, H. A. Miers, T. Purdie et T. Stevenson;
Secrétaires : MM. W. R. Dunstan et A. Scott;
Secrétaire étranger : M. R. Meldola;
Trésorier : M. W. A. Tilden.

Séance du 18 Avril 1901.

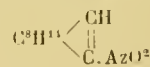
M. J. Moir a reconnu que le produit de condensation $\text{C}^6\text{H}^3\text{OAz}^2$, obtenu par Holtzwardt en faisant bouillir une solution aqueuse du polymère de l'acétronitrile, est très probablement une cyanohydroxyntidine (I), isomère avec le composé (II) obtenu par Guareschi dans la



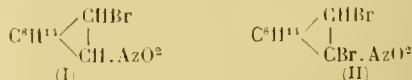
réaction de l'acétylacétonamine sur l'éther cyanoacétique. Il a trouvé également que le troisième isomère préparé par von Mayer est, en réalité, identique au dérivé d'Holtzwardt. Les deux isomères forment des aiguilles blanches peu solubles, d'un goût très amer. Ils sont transformés en pseudolntidostyryle par l'action de H Br. Ils donnent des dérivés bromés, nitrés et, par réduction de ces derniers, des dérivés aminés. Le dérivé aminé (I) ne donne pas de coloration avec Fe^2Cl^6 , le dérivé aminé (II) fournit une coloration indigo. — MM. W. R. Dunstan et E. Goulding, en faisant réagir les halogénures d'alkyles sur des oximes en présence de méthylate de soude, ont obtenu, à côté des éthers vrais des oximes $\text{RHC} : \text{AzOH}$ et $\text{R}^2\text{C} : \text{AzOB}$, des éthers d'isooximes :



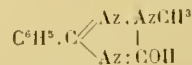
Les isooximes alkylées sont très instables et ne peuvent être étudiées qu'en combinaison avec l'iodure de sodium. Elles s'hydrolysent en donnant l'aldéhyde ou la cétone correspondante, ainsi qu'une hydroxylamine β -substituée. Par la réduction ordinaire, elles sont transformées dans l'amine primaire de l'alkyle substitué et dans l'aldéhyde ou la cétone correspondante. Par réduction ménagée, elles donnent l'amine secondaire correspondante. Les éthers alkylés des oximes sont des liquides stables, fournissant, par hydrolyse, l'aldéhyde ou la cétone et une hydroxylamine α -substituée. — Les mêmes auteurs ont préparé une triéthyl-oxamine $(\text{C}^2\text{H}^5)^3\text{AzO}$, possédant des propriétés différentes du composé décrit par Bewad comme ayant la même constitution. Bewad vient de reconnaître que son dérivé est la β -éthyl-*sec*-butylhydroxylamine, ce qui explique les divergences. — M. O. Forster a préparé le 1-nitrocamphène



en chauffant une solution alcoolique de 1:1-bromonitrocamphane avec le nitrate d'argent. C'est un solide cristallisé en prismes fondant à 56° . Traité par H Br, il donne le 2:1-bromonitrocamphane (I) :



fondant à 178° ; traité par le brome, il fournit le 1:2-dibromo-1-nitrocamphane (II), fondant à 193° . La réduction du nitrocamphène par la poudre de zinc et l'acide acétique glacial donne le 1-aminocamphène, fondant à 46° . On obtient le 1-hydroxycamphène en chauffant le sulfate d'aminocamphène avec le nitrate de potassium. — MM. C. Young et W. H. Oates ont préparé le heazol-2-méthylsemicarbazone $\text{C}^6\text{H}^3\text{CH} : \text{Az} \cdot \text{Az} \cdot (\text{CH}^3) \cdot \text{CO} \cdot \text{AzH}^2$ et le 3-phényl-1-méthylhydroxytriazol qui en dérive par fermeture de la chaîne :



Ils ont obtenu un certain nombre de composés analogues et discutent la possibilité de l'isomérisme dans la série du triazol.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

VOYAGES D'ETUDE DE LA *REVUE*

CROISIÈRE EN SYRIE ET PALESTINE

(DAMAS, BAALBECK ET JÉRUSALEM)

ORGANISÉE AVEC LE CONCOURS DE LA COMPAGNIE DES MESSAGERIES MARITIMES

(11 SEPTEMBRE - 9 OCTOBRE 1901)

Sur le conseil du Comité de Patronage de ses voyages d'étude, la *Revue* prépare en ce moment, pour les mois de septembre et octobre prochains, une croisière en Syrie et en Palestine.

Déjà, en 1897, nous avons conduit une centaine de touristes en ces régions, à Rhodes, à Adalia, à Damas, à Baalbeck et à Jérusalem. Nous nous proposons, cette année, de visiter ces mêmes régions plus en détail et d'ajouter à l'itinéraire d'il y a quatre ans des escales et des excursions nouvelles. C'est ainsi notamment que seront étudiées dans leur ensemble l'île de Rhodes et l'île de Chypre, et que seront organisées autour de Jérusalem et de Béthléem jusqu'à la mer Morte et au Jourdain des excursions que ne comprenait pas notre programme de 1897. Enfin, une grande tournée facultative en Galilée et Tibériade avec retour par Port-Saïd et Alexandrie, permettra aux touristes qui le désireront, d'aller au mont Carmel, à Nazareth, au mont Thabor, à Tibériade, Capharnaüm, Bethsaïda, Magdala et Cana, puis à Port-Saïd et à Alexandrie, et même de visiter Suez, le Caire et la

Haute-Egypte, toutes facilités de retour d'Alexandrie au Caire par les paquebots de la Compagnie des Messageries Maritimes leur étant donnée.

Le prospectus encarté dans le présent numéro de la *Revue* renseigne suffisamment le lecteur sur l'intérêt et les conditions du voyage, pour que nous n'ayons pas à nous y étendre ici.

Ce que nous avons tenu à annoncer à cette place, c'est que le savant éminent qui avait bien voulu, en 1897, se charger de la direction scientifique de notre croisière en Méditerranée orientale, a accepté d'assumer encore cette année la tâche délicate de nous préparer en cours de route à l'observation des pays que nous irons visiter : M. Charles Diehl, correspondant de l'Institut et professeur d'histoire byzantine à l'Université de Paris, nous donnera à bord des conférences sur l'histoire et les monuments de l'Orient latin; sur les lieux mêmes, ses explications nous aideront à ressusciter et à bien comprendre le monde disparu. Nous le remercions d'un concours qui sera, nous n'en doutons pas, aussi apprécié cette année qu'il l'a été, il y a quatre ans.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans ses dernières séances, l'Académie a procédé à l'élection de plusieurs Correspondants.

Notre éminent collaborateur M. Paul Sabatier, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Toulouse, a été nommé Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. A. Haller, élu précédemment membre de l'Académie.

M. Oudemans, membre de l'Académie des Sciences d'Amsterdam, bien connu par sa triangulation de Java, et M. Davidson ont été élus Correspondants dans la Section de Géographie et Navigation.

M. Zeuner, professeur au Polytechnikum de Zürich, a été nommé Correspondant pour la Section de Mécanique.

§ 2. — Astronomie

Le Sidérostât et la Photographie stellaire.

— On sait que, dans l'image fournie par un sidérostât, un seul point est immobilisé, tandis que les autres points du ciel paraissent tourner autour du premier avec une vitesse variable.

La simplicité de la relation analytique qui lie au temps la rotation du champ optique observable avec le sidérostât a naturellement attiré l'attention des astronomes et des physiciens intéressés à l'emploi de ce genre d'appareil, et suggéré l'idée d'obtenir la compensation mécanique de cette rotation particulièrement gênante pour la Photographie stellaire.

On peut donc se proposer de réaliser un appareil qui communique à la plaque photographique, automatiquement, cette même vitesse de rotation que possède l'image, afin d'obtenir des images posées de tous les points du ciel.

M. H. H. Turner, directeur de l'Observatoire de l'Université de Cambridge¹, a posé récemment ce problème, et en a indiqué trois solutions différentes.

M. G. Lippmann, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences², vient de proposer une quatrième solution, qui est la suivante : l'appareil qui sert à déplacer le miroir du sidérostât permet également de donner à la plaque le mouvement qui convient pour suivre l'image.

Considérons, en effet, le rayon lumineux qui va du centre de l'objectif à l'image d'un point quelconque du ciel : ce rayon se déplaçant entraîne la plaque. Mais supposons ce rayon lumineux représenté par une tige métallique rendue solidaire du châssis porte-plaques ; il y a dès lors entraînement. Or, l'appareil qui sert à faire mouvoir le miroir du sidérostât est précisément constitué de manière à représenter les rayons incidents et réfléchis sous forme de tiges métalliques.

Soit donc, installé derrière le porte-châssis, un appareil disposé comme le moteur du sidérostât. Munissons-le d'une tige assujettie à rester symétrique de l'axe polaire par rapport à la direction de la queue du miroir.

L'axe polaire a la direction du faisceau incident venant de l'étoile, la tige a donc la direction du faisceau réfléchi correspondant, et vient percer la plaque au point où se formerait l'image du pôle céleste. Tout se passe donc comme si le faisceau réfléchi provenant du pôle céleste entraînait la plaque photographique. Au lieu de l'image du pôle, on pourrait employer l'image d'un autre point du ciel arbitrairement choisi : il faudrait alors ajouter à l'appareil une tige de plus.

Tel est, succinctement, l'appareil de M. Lippmann, destiné à entraîner la plaque photographique qui reçoit l'image fournie par un sidérostât. Antérieurement à ces descriptions purement théoriques de MM. Turner et G. Lippmann, M. P. Gautier, membre du Bureau des Longitudes, avait réalisé, d'après des données numériques que M. Cornu lui avait communiquées en mars 1899, un mécanisme simple, imposant au châssis photographique un mouvement angulaire compensateur, suffisamment précis pour l'obtention d'un cliché astrophotographique de courte durée. C'est le dispositif qu'on a pu voir à l'Exposition universelle de 1900, au foyer de l'instrument gigantesque (lunette photographique et sidérostât) construit par M. Gautier.

Enfin, M. A. Cornu vient à son tour de présenter à l'Académie des Sciences³, une solution plus élégante de ce problème du sidérostât photographique, tout en précisant les motifs qui limitent considérablement l'application de tous les mécanismes compensateurs.

Le dispositif décrit par M. Cornu dérive d'études anciennes, relatives à un objet bien différent : à l'occasion de recherches sur la réflexion cristalline⁴, M. Cornu avait été conduit à réaliser mécaniquement la relation homographique qui lie les plans de polarisation des rayons incident et réfléchi sur la surface d'un milieu isotrope ou cristallisé, et qu'on rencontre dans d'autres phénomènes optiques. Cette relation est précisément celle qui lie l'angle de rotation du champ du sidérostât avec l'angle horaire de l'autre, dont l'image est envoyée dans une direction fixe d'angle horaire.

Le plus précis des organes cinématiques qui réalise cette relation est le *joint universel*, ou *joint hollandais*, ou encore *croisillon*, souvent employé en mécanique pratique pour transmettre le mouvement de rotation d'un axe à un autre axe incliné sur le premier, et situé dans un même plan.

Le joint universel résout d'une manière simple et générale le problème de la compensation rotative du champ fourni par le sidérostât et l'héliostat : la solution qui en résulte est aussi rigoureuse que celles de MM. Turner et G. Lippmann, et elle a sur elles l'avantage d'être mécaniquement plus parfaite, car elle ne comporte que des mouvements de pivotement réalisables avec une rigueur presque indéfinie par les procédés mécaniques usités dans la construction des instruments de précision.

Le défaut des solutions de MM. Turner et G. Lippmann est de comprendre des organes frottants, tels que *manchons* ou *coulisses*, d'une exécution moins rigoureuse, qui entraînent des résistances très inégales suivant l'angle sous lequel les tiges guidantes les conduisent ; de là des coincements et des déformations qui altèrent la relation des rotations simultanées.

Ajoutons que la solution de M. Turner est subordonnée à une condition rigoureuse, que les sidérostâts et les héliostats ne remplissent qu'imparfaitement, précisément à cause des pièces frottantes inhérentes à leur construction : il en résulterait des complications additionnelles provenant de l'imperfection de ces appareils.

En effet, pour pouvoir opérer la compensation désirée avec la précision nécessaire à la photographie céleste, on doit supposer que l'on connaît d'avance le point du champ autour duquel s'effectue la rotation, avec la même rigueur que celle dont le mécanisme compensateur est susceptible.

Il y aurait donc d'abord un réglage préliminaire à effectuer, à savoir la mise en coïncidence rigoureuse

¹ H. H. TURNER : *Monthly Notices of R. A. S.*, t. LXI, p. 122; 1901.

² *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 931.

³ *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1013.

⁴ *Ann. de Chim. et Phys.* 4^e série, t. XI, p. 282.

du centre de rotation du mécanisme avec le centre de rotation du champ, et ensuite l'addition d'un dispositif de rectification en marche, pour ramener la coïncidence des divers points du champ avec les étoiles au fur et à mesure des déplacements inévitables des images durant les longues durées d'exposition.

Une pareille méthode de rectification est employée journellement dans les observatoires avec les équatoriaux photographiques pour l'obtention des clichés de la Carte du Ciel; mais les conditions sont bien différentes: avec l'équatorial, les erreurs à corriger sont produites par une sorte de translation qui est sensiblement la même pour tous les points du cliché: on peut donc la corriger par deux mouvements indépendants, l'un en ascension droite, l'autre en déclinaison, très bien définis par l'observation d'un point quelconque du champ.

Dans l'observation avec un sidérost, le problème de la rectification en marche est beaucoup plus complexe, non seulement par suite de l'imperfection pratique des organes moteurs du miroir, mais parce que tous les points du champ offrent des déplacements différant considérablement en grandeur et en direction: il faudrait donc observer simultanément au moins deux points du cliché, — par exemple, l'un au centre, l'autre à la circonférence, — car la correction d'un seul point n'entraîne nullement celle de tous les autres; et, de plus, on devrait disposer les réglages de manière que la rectification de l'un ne dérange pas la rectification de l'autre.

Ces diverses considérations, qui s'appliquent à tous les mécanismes proposés jusqu'ici, suffisent pour montrer que des solutions cinématiques, simples en théorie, entraînent souvent beaucoup de complications dans la pratique.

Eclipse du 1^{er} satellite de Jupiter. — Galilée découvrit les quatre premiers satellites de Jupiter les 7 et 8 janvier 1610; celui que nous numérotions IV, Callisto, observé le 7 janvier, était vu également dès le lendemain par S. Mayer. Or, malgré de plus récentes découvertes, ces quatre satellites constituent la partie capitale et très importante du système de Jupiter.

Ce sont les éclipses des satellites de Jupiter qui permirent la première détermination de la vitesse de la lumière par Romer, et une détermination un peu précise des longitudes terrestres; puis ces corpuscules suscitérent les recherches théoriques de Newton, Lagrange, Bailly, Laplace, Souillart, etc.; enfin, pour des raisons analytiques, l'étude du système de Jupiter est une des plus importantes en même temps qu'une des plus délicates de la Mécanique céleste.

Cependant les quatre satellites se différencient rapidement en deux groupes: tout d'abord, les trois premiers sont étroitement liés par une relation de commensurabilité très approchée, qui crée un nouvel intérêt et une difficulté dans la théorie de Jupiter; ils s'éclipsent à chacune de leurs révolutions. Mais la relation qui existe entre leurs longitudes les empêche de s'éclipser tous trois en même temps. Enfin, avant que la théorie n'intervint avec succès, Bradley et Wargentin, en discutant les observations, reconnurent la célèbre inégalité de 137 jours qui se présente dans les éclipses de ces trois satellites.

Quant au quatrième satellite, il fait nettement bande à part: sa théorie présente la plus grande analogie avec celle de notre satellite, la Lune; il offre des inégalités de même nature, mais s'éclipse beaucoup moins souvent que ses trois voisins.

Ainsi, l'observation des éclipses des satellites de Jupiter prend une importance réelle, et il serait fort désirable que l'on cherchât à réunir et à relier toutes les mesures déjà faites à ce sujet, d'autant qu'elles peuvent assez souvent paraître très discordantes, comme le cas s'est déjà présenté. Et, en effet, la théorie put établir que l'ombre de Jupiter présente une forme assez complexe: ainsi, le phénomène géométrique de

pénombre et d'ombres se trouve encore compliqué de ce fait. Il faudrait donc classer, en premier lieu, les anciennes mesures avec leurs facteurs compliqués qui dépendent de la distance du satellite au disque brillant de la planète, de l'état de l'atmosphère, de l'instrument employé, de la délicatesse de l'œil de l'observateur; puis, selon l'indication de M. Cornu, développée par M. Obrecht, il faudrait rompre résolument avec la routine et substituer les mesures photométriques aux mesures micrométriques; du moins la chose ne fait aucun doute pour l'observation de tels phénomènes.

Un exemple va bien mieux encore faire saisir la nécessité d'une étude plus systématique des éclipses.

Dans la nuit du 17 au 18 mai dernier, le quatrième satellite de Jupiter devait s'éclipser: M. Bigourdan, à l'Observatoire de Paris, dont le mérite est établi depuis longtemps en ce qui concerne l'observation des objets faibles, s'appêta à regarder l'éclipse: il avait pour l'observation, selon les vieux procédés, un équatorial et ses deux chercheurs. Or, qu'advint-il? L'appréciation de la disparition et de la réapparition du satellite, dans les chercheurs, fournit des heures assez différentes de celles qui étaient prévues dans la Connaissance des Temps; mais, dans l'équatorial lui-même, le satellite ne cessa pas d'être visible. Donc, il n'y eut point, à proprement parler, d'éclipse. Alors l'évaluation dans les chercheurs n'a aucune signification scientifique, et ne pourra jamais être utilisée: c'est un mélange indissociable de l'état atmosphérique et de la délicatesse de perception visuelle de l'observateur.

Au lieu d'un résultat à peu près nul, une mesure photométrique de demi-éclat aurait toujours fourni une donnée numérique relative à la surface d'ombre.

§ 3. — Aéronautique

Un point d'histoire de la Locomotion aérienne. — J'ai éprouvé quelque surprise en relevant, dans une conférence faite à l'Institut national royal, par M. G.-H. Bryan, membre de la Société Royale de Londres, sur *l'Histoire et les progrès de la Locomotion aérienne*, reproduite par notre excellent confrère anglais *Nature*, du 28 mars dernier, l'indication suivante concernant les expériences récentes du comte Zeppelin et celles des capitaines Renard et Krebs: « Les expériences du comte Zeppelin faites l'été dernier, et consistant en un voyage aérien dirigé, dans certains cas, contre un vent debout, nous autorisent à dire que la solution de ce problème a été obtenue avant la fin du XIX^e siècle. Le seul résultat antérieur approchant de celui du comte Zeppelin a été celui de MM. Renard et Krebs, avec le ballon *La France*. Ces aéronautes ont réussi une fois à accomplir un voyage aérien en retournant à leur point de départ; mais le fait ne s'étant pas reproduit, et la vitesse de leur ballon étant donnée par un auteur comme égale à quatre milles, et par un autre à quatorze milles à l'heure, il est bien difficile de juger, par des documents aussi contradictoires, le degré de succès obtenu. »

Pensant qu'il pourrait être agréable à M. Bryan de posséder quelques documents authentiques sur les expériences de 1885, je lui expédiai, le 1^{er} avril, ceux qui étaient en ma possession, savoir: une Note présentée à l'Académie des Sciences et publiée aux *Comptes rendus* de la séance du 7 décembre 1885, et une conférence faite par le commandant aujourd'hui colonel Renard, en mars 1886, devant la *Société de Secours des Amis des Sciences*, conférence dans laquelle la question tout entière se trouve exposée avec une netteté et une élégance qu'on ne retrouve dans aucun écrit ultérieur touchant ce problème. Dans une lettre accompagnant l'envoi, j'exposais les raisons qui me semblaient expliquer la retraite apparente des éminents aérostiers de Meudon, et celles pour lesquelles l'appréciation de M. Bryan, concernant les succès remportés avant la fin du siècle passé, s'appliquait bien plutôt, à mon sens, aux expériences de 1885 qu'à celles de 1900.

Mon envoi étant resté sans réponse, j'ai tout lieu de penser que M. Bryan se désintéresse de la question, et je crois pouvoir, sans manquer aux règles de la courtoisie, plaider directement ici la cause des expériences de Meudon. En ce qui concerne les renseignements contradictoires, utilisés par M. Bryan, l'explication nous est donnée par un entrefilet publié dans *Nature*, le 18 avril dernier, p. 594, que je transcrirai en entier :

« Il s'est produit quelques divergences dans des allusions récentes faites aux expériences exécutées à Paris en 1886, avec le ballon dirigeable *La France*, M. Chanute, dans *l'Engineering Magazine* d'avril 1896, parlant d'une vitesse de 14 milles à l'heure, tandis que Sir Hiram Maxim, dans *l'Aeronautical Journal* d'octobre 1900, fait allusion seulement à un cas de retour au point de départ et parle d'une vitesse de 4 milles à l'heure. Une Note, parue dans *l'Aeronautical Journal* d'avril dernier, mentionne cinq retours au point de départ. En nous reportant à l'article original des *Comptes rendus* de

TABLEAU I. — Vitesse du ballon « La France » dans ses diverses sorties.

NUMÉROS des ascensions	DATES	NOMBRE de tours de l'hélice par minute	VITESSE du ballon en mètres par seconde	OBSERVATIONS
1	9 août 1884.	42	4,58	Le ballon rentre à Chalais.
2	12 sept. 1884.	50	5,45	
3	8 nov. 1884.	55	6,00	Avarie de machine, descente à Vélizy.
4	—	35	3,82	
5	25 août 1885.	55	6,00	Le ballon rentre à Chalais.
6	22 sept. 1885.	55	6,00	Vent de 6 ^m 3 à 7 ^m . Descente à Villacouhlay.
7	23 sept. 1885.	57	6,22	

1886, nous voyons que la vitesse a été estimée entre 4 et 6 mètres par seconde, et il nous paraît probable que les discordances sont dues à une confusion dans les unités. »

Les faits sont ici correctement rétablis ; mais il peut paraître singulier que des Notes livrées à une publicité aussi considérable que celle des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* aient échappé à un homme qui, comme Sir Hiram Maxim, a consacré, avec beaucoup de succès, le meilleur de ses forces au problème de la navigation aérienne, et l'on s'étonnera à bon droit que des documents publiés de seconde main sur son autorité puissent créer une légende dont la conclusion serait que les expériences de 1885 ont été, en réalité, quelque essai informe de navigation, et qu'une unique sortie, dans des conditions mal définies, soit plutôt un aveu d'impuissance que le grand progrès auquel on avait cru.

Il suffirait peut-être de renvoyer aux publications originales, que chacun retrouvera aisément ; mais il me semble utile d'en donner ici au moins un court résumé :

Les étapes successives des épreuves auxquelles a été soumis le ballon *La France* ont été exposées devant l'Académie des Sciences le 18 août et le 10 novembre 1884, puis dans un Mémoire lu à la séance du 23 novembre 1885, et inséré au *Compte Rendu* du 7 décembre. Les premières décrivent les expériences des capitaines Renard et Krebs, la dernière relate les ascensions faites par MM. Ch. et P. Renard, aidés de M. Duté-Poitevin. Entre les deux séries, le moteur avait été changé, et divers organes avaient été allégés, de manière à permettre l'enlèvement d'un troisième aéroplane.

La dernière Note contient des diagrammes de la vitesse du ballon mesurée par des visées sur le sol, ou au moyen d'un ballon formant loch aérien, abandonné dans l'air à la même hauteur que l'aérostat, et se déplaçant en même temps que le vent, de manière à indiquer la vitesse propre du dirigeable, indépendamment du mouvement de l'atmosphère ambiante. Ce sont ces dernières vitesses seulement qui sont indiquées dans le tableau final ; elles sont probablement un peu trop faibles, à cause du léger entraînement du ballonnet par le dirigeable. Je transcris ici Tableau I le résumé donné dans la Note.

On voit donc qu'à part une avarie de début, presque inséparable d'une mise en train, les ascensions se sont répétées avec le même succès, et, dans les cinq dernières, ont donné quatre retours sur cinq sorties, avec un essai, très intéressant d'ailleurs, contre un vent trop fort.

Après ces expériences, l'appareil était parfaitement connu des aérostatiers qui l'avaient monté, et ces derniers auraient pu, sans aucun doute, répéter indéfiniment des ascensions dans des conditions semblables. Convenait-il, dès lors, de fatiguer inutilement le ballon par des expériences qui n'auraient pas appris grand-chose, et dont les avantages n'auraient probablement pas compensé les inconvénients ? Après les ascensions de 1885, l'établissement de Chalais-Meudon possédait, cela n'est pas douteux, un navire aérien capable d'effectuer un voyage dirigé, toutes les fois que la vitesse du vent ne dépasserait pas sensiblement vingt kilomètres à l'heure, et d'une durée sur laquelle l'étude des piles et de la machine, faite désormais dans un atelier, pouvait renseigner très suffisamment.

Combien de temps le ballon *La France* resta-t-il équipé pour la marche ? L'est-il encore aujourd'hui ? Ce sont des questions auxquelles les documents rendus publics ne permettent pas de répondre ; mais des millions de visiteurs l'ont vu en 1889, au Pavillon du Ministère de la Guerre, et on peut affirmer qu'à cette époque il existait encore tout entier.

Les dernières expériences avaient été exécutées, dit la Note du 7 décembre, en présence du général Camponon, alors ministre de la Guerre, et du général Bressonnet, président du Comité des fortifications, qui avaient pu en constater le succès. Dès lors, le ballon était devenu un engin de guerre, classé comme tel, et n'était plus une machine d'expérience. Le fait même de la cessation des essais de navigation montre la parfaite sécurité des aérostatiers chargés de sa manœuvre, et la confiance absolue qu'ils avaient dans l'ensemble de leur appareil.

Quel que soit le mérite, très grand sans doute, de M. le comte Zeppelin, qui, avec ses propres moyens, a tenté la construction d'un appareil nouveau, présentant d'ingénieuses dispositions et au moyen duquel il a entrepris des ascensions dirigées, il ne semble pas qu'on puisse, pour le moment du moins, établir entre ses expériences et celles de 1885, une comparaison qui lui soit avantageuse ; ses ascensions, intéressantes à plus d'un égard, se sont terminées par une chute qui eût été une catastrophe si elle ne s'était produite au-dessus d'un lac, et dans laquelle les machines ont été si fortement endommagées qu'elles ont été mises hors d'usage. Mais les journaux nous ont appris que M. Zeppelin n'avait point perdu courage, et qu'il se proposait de recommencer ses expériences aussitôt qu'il aurait rassemblé les fonds nécessaires à la réparation de ses avaries. C'est seulement lorsque son ballon aura pu fournir un certain nombre de voyages avec retour au point de départ, et avec une vitesse uniforme bien mesurée, que l'on pourra se prononcer définitivement sur les progrès réalisés par rapport aux expériences de 1885. Mais cette question est tellement à l'ordre du jour en divers pays que, d'ici là, nous aurons probablement à enregistrer plusieurs succès nouveaux, entre lesquels il y aura lieu de faire une comparaison d'ensemble.

Ch. Ed. Guillaume.

§ 4. — Physique

Propriétés diélectriques des électrolytes.

— D'après la théorie de Maxwell, tout corps conducteur de l'électricité doit être opaque à la lumière, puisque l'opacité n'est autre chose qu'une absorption avec conduction de l'oscillation électrique. En fait, la grande opacité des métaux est bien d'accord avec cette théorie, à cela près que les coefficients que l'on en déduit devraient correspondre à une absorption encore plus grande. En revanche, la plupart des solutions électrolytiques sont transparentes ou translucides, en contradiction apparente avec la théorie.

Des expériences récentes et très curieuses de MM. André Broca et Turchini résolvent complètement la contradiction, en montrant bien nettement la discontinuité entre les phénomènes qui se passent dans les électrolytes et ceux dont les diélectriques sont le siège, discontinuité qui, comme nous allons le voir, se déplace en même temps que la brusquerie du choc électrique, et fait apparaître les électrolytes, dans certaines conditions, comme de véritables diélectriques.

Les auteurs placent, dans un cristalliseur, un excitateur, qu'ils noient dans une solution électrolytique, et auquel ils font arriver une oscillation électrique dont la fréquence est de l'ordre du million par seconde. Une étincelle équivalente dans l'air permet de mesurer le potentiel aux bornes de l'excitateur. Dans ces conditions, si l'électrolyte est très conducteur, il dissipe, par électrolyse ordinaire, le courant alternatif qui se produit aux bornes; mais, s'il est relativement peu conducteur, l'égalisation se fait par une étincelle disruptive. Cette étincelle est extrêmement puissante, d'un grand éclat, et donne lieu à des effets mécaniques intenses. Ainsi, lorsqu'elle éclate dans l'eau, la bobine consommant 50 ampères, elle fait voler le cristalliseur en éclats, et projette l'eau à une grande hauteur.

La dilution pour laquelle l'étincelle cesse de se produire dépend de la forme de l'excitateur. Ainsi, entre des boules de laiton de 2 centimètres de diamètre, la fréquence d'un million ne donne plus d'étincelles pour une concentration supérieure au quarantième pour l'eau additionnée d'acide sulfurique. Entre fils, on l'observe jusqu'à une concentration de 1/7.

Nous voyons donc que, pour ces fréquences, des électrolytes de conductivité moyenne se comportent comme le feraient des diélectriques liquides, huile, pétrole, etc. Si l'on arrive à une conductivité plus élevée, l'électrolyse se produit, et l'étincelle cesse.

Les expériences de MM. Broca et Turchini sont encore incomplètes; mais les auteurs nous promettent de les poursuivre en variant notamment la fréquence. Les résultats déjà obtenus permettent de conclure que les électrolytes peuvent devenir des diélectriques pour des fréquences suffisantes, et rendent tout au moins probable le fait que la fréquence donnant l'étincelle reculera en même temps que la conductivité, ce qu'on peut exprimer en disant que la conduction électrolytique ne s'établit qu'au bout d'un certain temps, qui est fonction de la conductivité.

Ce phénomène présente une certaine analogie avec celui qu'a observé le capitaine Abney dans l'action de la lumière interrompue sur les préparations photographiques. Plus l'éclairement est brusque et court, pour une même durée totale, plus l'action est faible, comme s'il fallait un certain temps pour que la lumière puisse décomposer la molécule de bromure d'argent, le premier choc ne produisant qu'une déformation élastique de la molécule, déformation après laquelle elle revient à sa forme primitive.

On peut aussi en donner une image très nette en observant l'action des forces plus ou moins vives sur un corps tel que la glu marine ou le brai de goudron. Le choc brusque d'un petit marteau animé d'une grande vitesse, ne laisse aucune trace visible, ou bien

fait voler en éclats une plaque d'un de ces corps, avec une cassure conchoïde, semblable à celle du verre ou de la silice, alors qu'une pièce de monnaie simplement posée sur elle y marque une empreinte très nette, et, creusant un trou de plus en plus profond, finit par passer tout au travers. Le choc agit comme l'oscillation électrique rapide, et le corps y résiste sans se déformer s'il n'est pas trop violent, ou se brise si son énergie est suffisante, tandis qu'un effort lentement poursuivi ouvre un passage sans rupture proprement dite, semblable à l'électrolyse, qui est le phénomène lent et continu.

§ 5. — Biologie

La théorie de Schenk sur la détermination volontaire du sexe.

— On se souvient de la théorie de Schenk sur l'origine des sexes chez l'homme et la détermination volontaire du sexe, théorie qui a fait un bruit considérable dans le gros public; l'auteur expose à nouveau ses idées, légèrement modifiées depuis 1898, son mode de traitement et les résultats obtenus¹:

Pour Schenk, l'œuf est déterminé comme mâle ou femelle, dans l'ovaire même de la mère, par le chimisme général de celle-ci (le père n'a donc aucune influence): il est déterminé comme femelle, lorsque l'organisme reçoit plus d'hydrates de carbone qu'il n'en brûle, ce qui se traduit par le passage dans l'urine d'une certaine quantité de sucre, indice d'une combustion incomplète; au contraire, il est déterminé comme mâle lorsque l'organisme brûle surtout ses albuminoïdes, ce qui se traduit par l'apparition dans l'urine d'une quantité notable d'urates et d'urée.

Lorsqu'une femme désire avoir un garçon, il y a lieu tout d'abord de procéder à l'analyse de l'urine, pour se rendre compte de la quantité d'azote et de sucre qu'elle renferme; la femme est ensuite soumise à un régime approprié, dans lequel la quantité d'albuminoïdes est considérablement accrue, et celle des hydrates de carbone diminuée le plus possible; on procède alors à une nouvelle analyse d'urine; si la quantité d'azote y a augmenté dans des proportions considérables, on est en droit de compter que le chimisme de la mère a été modifié, et par suite que les œufs de l'ovaire vont être déterminés comme mâles. Le traitement destiné à provoquer l'augmentation de la combustion azotée consiste soit en une nourriture spéciale, soit en bains froids avec massages, soit à ingérer des pastilles sur lesquelles Schenk ne donne pas de détails (thyroïdine?): le traitement est commencé un ou deux mois avant la fécondation, et continué deux mois après (Pourquoi?).

Quand le chimisme de la mère a été modifié par le traitement dans le sens indiqué plus haut, on peut compter sur une naissance masculine; si, au contraire, la mère augmente de poids en utilisant l'azote fourni sans que la combustion d'albuminoïdes s'accroisse, il est inutile de suivre le traitement, l'influence déterminante sur le sexe des œufs ne pouvant se produire dans ces circonstances. Sur dix-neuf personnes traitées par sa méthode, Schenk rapporte que quinze ont eu un garçon comme elles le désiraient, trois avaient un chimisme tel que tout traitement était inutile, et enfin une est restée stérile.

On sait que la théorie de Schenk, point invraisemblable au premier abord, a suscité de graves critiques (le cas des jumeaux de sexe différent, entre autres); d'autre part, on l'a accusé d'avoir sacrifié la science à ses ambitions personnelles, et ses collègues de l'Université de Vienne, paraît-il, l'ont forcé à demander sa retraite et lui ont infligé un blâme. Il est vraisemblable qu'ils n'ont pas eu tort; le nouveau livre de Schenk ne donne pas l'impression d'une œuvre de savant sérieux; sa bibliographie, confuse et incomplète, n'a que de lointains rapports avec son sujet; il est extraordinaire qu'il n'ait pas eu un seul insuccès; ses pastilles sentent furieusement le charlatan, etc.

¹ Voir la Revue, t. IV, p. 320; 15 août 1893.

¹ *Lehrbuch der Geschlechtsbestimmung*, Halle, 1901.

LA TUBERCULOSE EN FRANCE

Le 22 novembre 1899, M. Waldeck-Rousseau, président du Conseil des Ministres, instituait une Commission « à l'effet de rechercher les moyens pratiques de combattre la propagation de la tuberculose en France ». Un an après, le 30 septembre 1900, cette Commission déposait son Rapport, et publiait, dans une série de Mémoires, les résultats de son enquête¹. L'étude qu'on va lire est faite en très grande partie avec ces documents; qui nous donnent des renseignements assez complets sur la tuberculose en France.

I. — EXTENSION ET DISSÉMINATION DE LA TUBERCULOSE EN FRANCE.

§ I. — La mortalité par tuberculose.

Quelle est actuellement en France la mortalité par tuberculose? Telle est la question que M. Brouardel s'est posée dès le début de son enquête².

On évalue ordinairement à 150.000 le nombre d'individus qui, tous les ans, meurent en France de tuberculose. Mais ce chiffre n'est pas tout à fait exact, et cela pour plusieurs raisons.

La première, c'est que les statistiques du Ministère de l'Intérieur, compulsées par M. Brouardel, ne sont pas complètes : elles ne portent que sur la population urbaine, c'est-à-dire sur un peu plus de 12 millions d'habitants. En second lieu, suivant une ancienne habitude, la tuberculose pulmonaire est encore fréquemment désignée par les médecins, dans les statistiques de mortalité, sous le nom de bronchite chronique. Il arrive alors ceci, surtout dans les petites villes : c'est que, suivant les idées des médecins de la localité, c'est tantôt la tuberculose, tantôt la bronchite chronique qui fait le plus de victimes. Ainsi, à Cours (Rhône), la statistique donne, pour 10.000 habitants, une mortalité de 0,5 par tuberculose et de 51,4 par bronchite chronique, tandis qu'à Pantin, sur 10.000 habitants, il en meurt tous les ans 2 de bronchite chronique et 42 de tuberculose. Dans certaines localités, on voit même brusquement, d'une année à l'autre, les bronchites chroniques disparaître pour faire place à la tuberculose, transformation qui tient tout simplement à ce qu'un ancien médecin a été remplacé par un jeune. Ce qui rend enfin cette rubrique de bronchite chronique singulièrement suspecte, c'est qu'elle sévit avec la même intensité chez les enfants

et les adultes, et devient très rare chez les vieillards.

Pour établir le chiffre de mortalité annuelle par tuberculose, M. Brouardel a donc considéré comme étant d'origine tuberculeuse les bronchites chroniques portées sur les statistiques. Il a trouvé alors que, pendant l'année 1896-1897, sur les 12.531.624 habitants consignés dans la statistique du Ministère de l'Intérieur, 42.399 (soit 33,8 p. 10.000) ont succombé à la tuberculose; en y ajoutant ceux qui sont morts de bronchite chronique, il arrive au chiffre de 51.624 (soit 41,2 p. 10.000). Si l'on admet que cette mortalité baisse dans les petits centres et dans les campagnes, on arrive à conclure que, sur 38 millions d'habitants que compte la France, 140.000 environ sont emportés annuellement par la tuberculose. « Si, au lieu d'être disséminée sur toute l'étendue du territoire, dit M. Brouardel, cette maladie était concentrée sur un point, il disparaîtrait chaque année une ville ayant la population de Toulouse ou une population supérieure à celle du Havre, de Rouen, etc. »

Pour mieux apprécier la gravité du fléau qu'est la tuberculose, il ne faut pas oublier que c'est à l'âge de la plus grande activité sociale que les individus sont emportés par la tuberculose. En étudiant la statistique pour la Ville de Paris, M. Brouardel a notamment trouvé que l'âge auquel la tuberculose fait le plus grand nombre de victimes est de trente à trente-quatre ans. Toutefois, si l'on considère les décès tuberculeux en rapport avec le nombre de survivants à chaque âge, on trouve, pour Paris toujours, que, si on laisse de côté le premier âge, l'âge maximum de mortalité est de quarante-cinq à cinquante-cinq pour les hommes et de trente à trente-cinq pour les femmes. Il y a encore ce fait intéressant à noter, qu'à Paris la mortalité par tuberculose est de 62,4 p. 10.000 chez les hommes et de 36,9 seulement chez les femmes. M. Brouardel attribue cette différence en premier lieu à l'alcoolisme, qui est plus répandu parmi les hommes que parmi les femmes, en partie aussi à ce que la femme est, de par sa situation sociale, moins exposée que l'homme à la contamination tuberculeuse dans l'usine, l'atelier, la fabrique, etc.

Disons enfin que M. Brouardel a pu vérifier un fait connu depuis longtemps, à savoir que la mortalité par tuberculose est plus élevée dans les grands centres que dans les petits. Un coup d'œil jeté sur le tableau I montre, en effet, l'existence de différences très appréciables entre le taux de la mortalité par tuberculose dans les grandes et les

¹ La propagation de la tuberculose (moyens pratiques de la combattre). Paris, 1900. Masson et C^{ie}, éditeurs.

² Brouardel. Exposé de la question, p. 3.

petites villes. Mais il semble que les petites villes sont en train de perdre cet avantage, car, depuis quelque temps, la tuberculose paraît augmenter dans les villes ayant une population au-dessous de 5.000 habitants, tandis qu'elle reste plutôt stationnaire dans les villes de 5 à 10.000 habitants. Ce

TABLEAU I. — *Mortalité par tuberculose et bronchite chronique réunies (Moyenne de 1888 à 1897), dans les villes moyennes.*

DÉSIGNATION DES VILLES	POPULATION	MORTALITÉ Proportion pour 10.000 habit.
Villes ayant plus de 50.000 habitants (31 villes)	5.775.616	49,9
Villes ayant de 10 à 50.000 habitants (197 villes)	3.803.478	39,8
Villes ayant de 5 à 10.000 habitants (305 villes)	2.095.356	35,7
Villes ayant moins de 5.000 habitants (89 villes)	309.046	33,8

fait apparaît très nettement dans le tableau II.

Cette augmentation est surtout appréciable dans les villes ayant moins de 3.000 habitants. Elle indique une sorte d'envahissement progressif des campagnes par la tuberculose, fait qu'un grand nombre de médecins avaient déjà signalé à M. Brouardel à titre d'impression. La statistique ci-dessus confirme donc cette impression; mais elle ne fournit encore qu'une simple indication, car

TABLEAU II. — *Mortalité par tuberculose et bronchite chronique réunies, dans les petites villes.*

DÉSIGNATION DES VILLES	PÉRIODE 1891-1895		PÉRIODE 1896-1897	
	Popula- tion	Mortalité Proportion pour 10.000 habitants	Popula- tion	Mortalité Proportion pour 10.000 habitants
Villes de 4 à 5.000 hab. (26 villes)	121.184	31,6	118.992	32,5
Villes de 3 à 4.000 hab. (36 villes)	127.979	34,6	125.318	31,7
Villes de 2 à 3.000 hab. (20 villes)	50.449	33,7	50.701	35,2
Villes de 1 à 2.000 hab. (7 villes)	11.455	30,5	11.169	33,8

le nombre de petites villes sur lesquelles elle donne des renseignements est encore très restreint.

§ 2. — La répartition de la tuberculose.

Les faits que M. Brouardel a réunis dans la partie de son Rapport consacrée à la répartition de la tuberculose en France sont fort intéressants. Il est seulement regrettable que son enquête n'ait pu être poussée à fond et se trouve, en somme, limitée à Paris.

M. Brouardel a eu l'idée de grouper par départements les villes qui ont fourni des renseignements statistiques sur la mortalité par tuberculose de leurs habitants. Il est, de cette façon, arrivé à constater qu'il existe en France trois foyers principaux de tuberculose. Toutefois, il ne s'agit ici que d'une simple indication, car, si certains départements nous fournissent des renseignements intéressant la plus grande partie de leur population, dans d'autres la statistique ne porte que sur le dixième, le quinzième, voire même le vingtième de la population totale.

Des trois foyers principaux délimités par M. Brouardel, le premier part de Paris et des départements voisins, et s'étend vers le nord, où il est limité : à l'ouest, par le département de la Seine-inférieure; à l'est, par le département du Nord. Le second foyer est constitué par les départements de l'ancienne Bretagne, avec la Mayenne. Le troisième enfin, qui rayonne autour de Lyon, s'étend depuis le Jura et l'Ain jusqu'au Gard, le long de la vallée du Rhône.

Ces trois foyers ne sont pas les seuls. La carte de M. Brouardel (fig. 1) montre qu'il en existe encore d'autres, moins étendus, il est vrai, mais faisant tout de même tache noire. Ainsi, au Centre, on trouve l'Indre-et-Loire avec une mortalité de 50,3 p. 10.000; la Haute-Vienne avec une mortalité de 51,1; la Creuse, avec une mortalité de 37,8. Au sud-ouest, nous pouvons encore signaler: la Gironde avec une mortalité de 41,1; le Gers avec une mortalité de 40,5.

Chacun des trois foyers principaux a pour centre de rayonnement une ou plusieurs villes dont la mortalité particulièrement élevée grève d'autant celle de tout le département. A mesure qu'on s'éloigne de cette ville, surtout à partir d'une certaine distance, la mortalité par tuberculose diminue. Si nous prenons en exemple le premier foyer avec le département de la Seine pour centre, nous trouvons que la mortalité de 57,4 ‰, qu'accuse ce département, descend à 46,1 dans la Seine-et-Oise, à 40,9 dans l'Oise, à 38,3 dans la Seine-et-Marne.

Cette diminution de la tuberculose, à mesure qu'on s'éloigne d'un centre de rayonnement, se retrouve encore, quand, au lieu d'envisager le département, on prend une ville avec son arrondissement. Ainsi, dans le département du Nord, qui offre une mortalité de 42,9 ‰, nous avons, pour centre, Lille avec son arrondissement, donnant une mortalité de 45,5 ‰; cette mortalité tombe à 44,9 pour Hazebrouck (distant de 40 kilomètres de Lille) et son arrondissement; à 40,0 pour Valenciennes (distant de 45 kilomètres de Lille) et son arrondissement, à 37,4 pour Dunkerque (distant de 46 kilomètres de Lille) et son arrondissement; à 34,8 pour Cambrai (distant de 53 kilomètres de Lille) et son arrondissement; à 32,7 pour Avesnes

(distant de 87 kilomètres de Lille) et son arrondissement. Disons toutefois que l'arrondissement de Douai a une mortalité de 17,1, mortalité supérieure à celle de l'arrondissement de Lille.

Un centre de rayonnement n'est pas, non plus, un bloc. On peut le décomposer à son tour en arrondissements, en quartiers, rues, maisons, et mettre ainsi en vedette certains facteurs intervenant dans la

propagation et l'extension de la tuberculose. Faute de documents, M. Brouardel n'a pu faire ce travail d'analyse que pour la ville de Paris.

En groupant par arrondissements et par quartiers les décès tuberculeux (moyenne de seize années), M. Brouardel a constaté qu'à Paris (fig. 2) cette mortalité varie dans des limites très larges d'un arrondissement à l'autre⁴. Pour ne prendre que les chiffres extrêmes, nous trouvons une mortalité de 80 pour le xiv^e arrondissement, et une mortalité de 21,9, c'est-à-dire presque quatre fois

moins élevée pour le viii^e. Si, à la place de l'arrondissement, unité administrative, on envisage le quartier, groupement plutôt social, on trouve des différences encore plus grandes : mortalité de 104 ‰ dans le quartier de Plaisance, mortalité de 11 ‰ dans celui des Champs-Élysées. L'importance du groupement social apparaît très nettement quand, en allant du centre vers la périphérie,

c'est-à-dire des quartiers riches ou aisés vers les quartiers pauvres, on prend, sur la carte dressée par M. Brouardel, les quartiers qui se touchent. On trouve alors comme taux de mortalité par tuberculose, par 10 mille habitants, les chiffres de : 10,8 pour le quartier des Champs-Élysées; de 22,1 pour le quartier des Invalides; de 43,6 pour le quartier de l'École-Militaire; de 78,4 pour le quartier de Necker; de 104 pour le quartier de Plaisance. Le

quartier lui-même peut encore être décomposé en éléments plus simples, et, d'après M. Brouardel, les



Fig. 1. — Répartition des décès par tuberculose dans les départements.

⁴ Mortalité par tuberculose dans les arrondissements de Paris (moyenne de 1881 à 1896), pour 10.000 habitants.

XIV ^e arrondissement	80,0
XX ^e	79,3
XIX ^e	77,2
XV ^e	71,1
XVIII ^e	70,0
XI ^e	68,3
XIII ^e	65,9
IV ^e	62,2
V ^e	62,1

XII ^e arrondissement	61,8
III ^e	53,7
X ^e	53,2
XVII ^e	48,9
II ^e	44,5
VII ^e	43,9
VI ^e	41,2
I ^{er}	42,0
XVI ^e	35,2
IX ^e	32,0
VIII ^e	21,9

casiers sanitaires des maisons, que possèdent plusieurs villes, montrent qu'il existe des maisons dont les habitants sont voués à la tuberculose.

« Au point de vue du plan de campagne à suivre dans la lutte contre la tuberculose, dit M. Brouardel, nous sommes ainsi ramenés, des gros foyers inscrits sur la carte de France, aux foyers des quartiers, et, en dernière analyse, à la maison insalubre. C'est elle qu'il faut viser. »

Cette conclusion de M. Brouardel est des plus légitimes et ne saurait être trop approuvée, à un

exercice une action très réelle, très manifeste sur la dissémination de la tuberculose, et constitue un facteur étiologique important. Seulement, il n'est pas le seul, et, en réalité, ses effets ne font que s'ajouter à une série d'autres que nous avons eu l'occasion d'étudier dans la *Revue générale des Sciences*¹. Il suffit, du reste, de jeter un coup d'œil sur la carte de Paris établie par M. Brouardel, pour voir les quartiers dits pauvres enserrer comme une ceinture noire les quartiers bourgeois du centre, teints en gris, cependant que les quartiers riches



Fig. 2. — Répartition des décès dans les différents quartiers de Paris de 1892 à 1896.

point de vue général. Une statistique publiée récemment par M. Sogniès¹, nous montre, à Nancy, dans la rue de l'Atrie, une maison dans laquelle se produisent cinq décès par tuberculose sur neuf constatés dans toute la rue pendant dix années; une autre maison, de la rue d'Auxonne, fournit quatre décès sur sept qui se sont produits, dans toute la rue, dans l'espace de sept ans. La proportion est encore plus forte dans une maison de la rue Berguier, qui, pour l'espace de quatre ans, fournit quatre décès sur six, etc., etc.

Il est donc certain que le logement insalubre

se profilent en blanc. Or, la ceinture noire, de même que les quartiers gris qu'elle enserre, n'est pas composée d'une chaîne de maisons insalubres, et dans celles-ci, comme dans celles qui ne sont pas « insalubres », s'exercent en toute liberté les autres facteurs de la tuberculose : surmenage physique, repos incomplet, alimentation défectueuse et insuffisante, travail dans des usines et ateliers dont l'air est vicié, alcoolisme, etc., etc. La seule chose qu'on puisse dire, c'est que la misère économique et physiologique, qui synthétise les facteurs que nous venons d'énumérer, est fatalement liée à

¹ H. SOGNIÈS : L'hygiène de l'habitation dans ses rapports avec la mortalité par tuberculose. — *Œuvre anti-tuberc.*, 1900, n° 3, p. 212.

¹ R. ROMME : La diminution de la tuberculose en Angleterre. *Rev. gen. des Sciences*, 1900, numéro du 30 mai, p. 680.

la maison insalubre, mais peut aussi exister dans une maison répondant, dans une certaine mesure, aux exigences de l'hygiène de l'habitation.

C'est une raison pour ne pas se laisser éblouir par les statistiques, fort peu nombreuses du reste, tendant à incriminer la maison insalubre seule. Quand Philippovich¹ note une mortalité par tuberculose de 11,6 ‰ dans les quartiers aisés de Vienne (Autriche), et de 35 ‰ dans les quartiers non-aisés; quand Chadwick² signale une mortalité de 11,3 ‰ dans les maisons habitées par des ouvriers aisés, et de 38 ‰ dans des maisons habitées par des ouvriers pauvres, ce n'est pas la maison seule, mais bien plutôt les conditions matérielles générales qui donnent l'explication de cette différence. On peut en dire autant de la statistique de M. Sogniès³, quand il nous montre, par exemple, que, dans la même rue (rue Saint-Nicolas), une première partie, habitée par des gens aisés, accuse une mortalité par tuberculose de 17,85 ‰, tandis que, dans la deuxième partie, occupée par des ouvriers et des pauvres gens, cette mortalité monte à 75,3 ‰, c'est-à-dire à un taux six fois plus élevé. Dans ces conditions, il est difficile de dire si l'accumulation de décès tuberculeux dans la même maison doit être attribuée à ses conditions antihygiéniques ou à la misère noire de ses habitants, proie toute désignée pour le bacille de Koch.

Il ne faut pas croire que, pour M. Brouardel, la lutte contre la tuberculose doit être limitée à l'assainissement du logement. Il est le premier à réclamer, dans son Rapport, la création d'un nombre suffisant de sanatoria populaires. Toutefois, on nous permettra de citer ici encore un fait qui montre la multiplicité et la complexité des causes de la tuberculose, ainsi que l'insuffisance des moyens prophylactiques dirigés contre *un seul* de ses facteurs étiologiques. Ce fait se rapporte à la question de la désinfection des logements ayant été habités par des tuberculeux.

A première vue, cette désinfection, destinée à détruire les germes de la maladie, semble devoir exercer une influence appréciable sur la diminution de la tuberculose. Or, les chiffres que nous trouvons dans le Rapport de M. Martin⁴ ne font pas ressortir d'une façon bien nette cette action de la désinfection.

En effet, le nombre des désinfections pour tuberculose, demandées ou acceptées, et le nombre de décès ont suivi la marche suivante :

ANNÉES	DÉSINFECTIONS	DÉCÈS
1892.	4.541	
1893.	8.077	11.701
1894.	7.389	11.778
1895.	8.130	12.555
1896.	8.330	12.066
1897.	9.506	11.605
1898.	10.504	12.040
1899.	11.002	12.033

Ainsi donc, malgré l'augmentation progressive et très accentuée du nombre des désinfections, le nombre de décès tuberculeux n'a pas diminué. Tout ce qu'on peut dire, en tenant compte de l'augmentation de la population parisienne pendant ces huit ans, c'est que la mortalité par tuberculose est restée stationnaire. Et ce qui rend cette constatation encore plus significative, c'est que les désinfections pratiquées pour des maladies contagieuses épidémiques (rougeole, scarlatine, diphtérie, etc.), ont eu pour résultat d'abaisser très notablement la mortalité par ces maladies : elle comptait pour un dixième, et elle ne compte plus que pour un vingtième de la mortalité totale.

II. — FORMATION DES FOYERS DE TUBERCULOSE.

Ces considérations nous amènent à envisager une question, dont l'importance au point de vue de la lutte contre la tuberculose nous paraît assez grande. S'il existe en France trois principaux foyers de tuberculose, quelles sont les causes qui ont contribué à les former?

Nous aurons à envisager, dans un moment, les rapports entre la tuberculose et l'alcoolisme. Mais, en dehors de l'alcoolisme, existe-t-il d'autres causes pouvant, dans une certaine mesure, nous expliquer la formation des trois gros foyers dont parle M. Brouardel? Nous n'avons certainement pas la prétention de donner ici la solution de ce problème. Mais il nous semble intéressant de mettre sous les yeux de nos lecteurs quelques faits qui se rattachent à cette question, et dont l'explication n'est pas aisée.

§ 1. — Développement industriel et tuberculose.

La première idée qui vient à l'esprit, c'est de rattacher la formation des foyers tuberculeux au développement de l'industrialisme dans ces régions. Or, si l'on compare la carte de M. Brouardel avec une carte sur laquelle se trouvent marquées, en couleurs différentes, l'agriculture, l'industrie et le commerce de la France, on constate qu'il n'y a pas de superposition entre le développement industriel de la région et la formation du gros foyer tuberculeux. Ainsi, le deuxième gros foyer, celui qui s'étend sur les départements de l'ancienne Bretagne avec la Mayenne, n'est nullement situé en pays industriel.

¹ RUENNER: Prophylaxie der Wohn- und Arbeitsräume und des Verkehrs. Bericht über den Kongress zur Bekämpfung der Tuberculose als Volkskrankheit, p. 303, Berlin. 1899.

² *Ibid.*

³ H. SOGNIÈS: *loc. cit.*

⁴ A.-J. MARTIN: Désinfection des logements des tuberculeux, p. 113.

Le premier et le second foyers sont aussi interrompus à chaque instant par des départements agricoles, vinicoles, etc.

Ce fait n'est pourtant pas particulier à la France. Du moins, quand on consulte les statistiques portant sur un grand nombre d'individus et sur un espace de temps suffisamment long, on constate, contrairement à ce qu'on pouvait attendre, que le développement progressif et même très intense des forces industrielles d'un pays ne comporte pas une augmentation correspondante de la tuberculose.

Prenons en exemple l'Allemagne, dont l'essor

industrielle a surtout porté sur la classe des salariés, le nombre des ouvriers occupés dans l'industrie s'étant élevé de 7.340.789 en 1882 à 10.269.269 en 1895.

D'après ce que nous savons sur la fréquence de la tuberculose dans les villes et les campagnes, d'après ce que nous savons sur les conditions hygiéniques de l'ouvrier de fabrique ou d'usine, nous devons donc nous attendre à voir les statistiques accuser une augmentation de la tuberculose. Il n'en est rien. Le graphique de la figure 3 montre très nettement une *diminution progressive* et constante

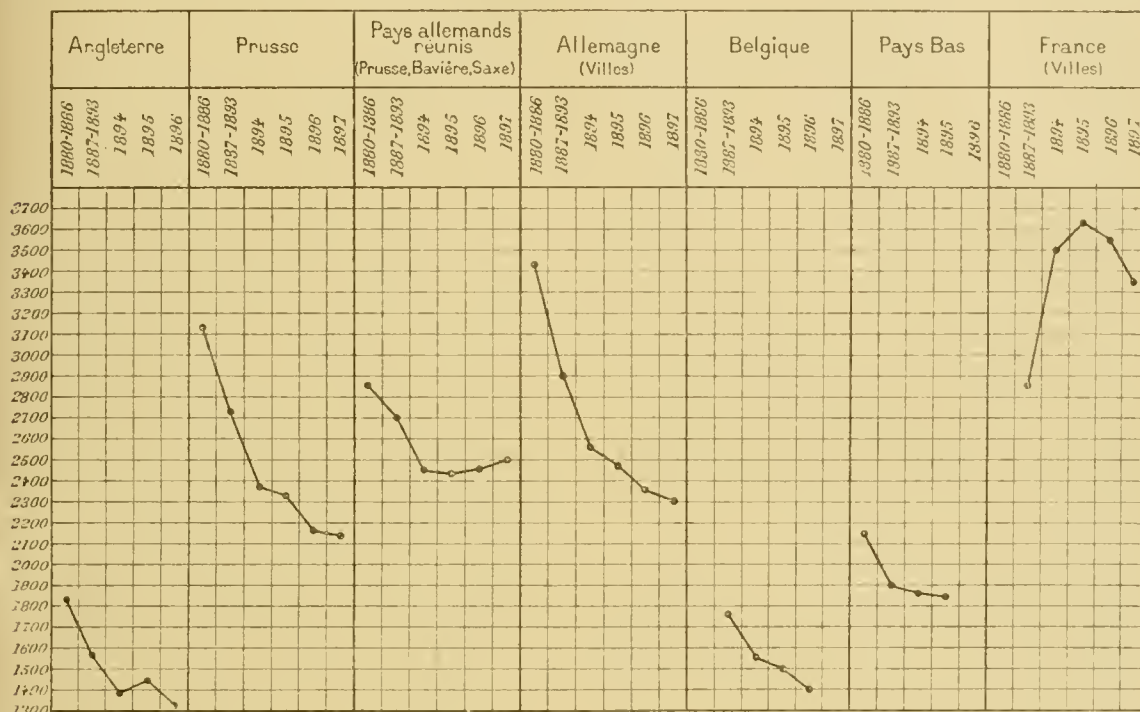


Fig. 3. — Courbes de la mortalité par tuberculose dans divers pays. — Les chiffres des colonnes verticales indiquent le nombre des décès par millions d'habitants.

industriel pendant les derniers dix-quinze ans est proverbial. En 1882¹, on comptait 19 millions 1/2 d'habitants vivant de l'agriculture, 16 millions d'habitants vivant de l'industrie, 4 millions 1/2 s'adonnant au commerce. Après treize ans, en 1895, la population industrielle s'était élevée à 20 millions 1/4 d'habitants, tandis que la population agricole tombait à 18 millions 1/2 d'habitants. Pendant cet espace de temps — de 1882 à 1895 — le chiffre de la population totale avait bien augmenté; mais alors qu'il ne s'était élevé que de 14,48 %, la population industrielle s'était accrue de 26,5 %, et la population agricole avait diminué de 3,77 %. Ajoutons enfin que l'augmentation de la population

de la tuberculose en Allemagne, comme dans les autres pays industriels, telle la Belgique, par exemple.

La façon dont l'industrialisme et la tuberculose se présentent en France ne fait que confirmer le phénomène que nous venons de signaler en Allemagne. Le graphique de la tuberculose nous montre en France une augmentation progressive et constante de la tuberculose de 1880 à 1895, et cependant son développement industriel a été bien moins intense que celui de l'Allemagne. Les chiffres que cite M. Chrétien Karr¹ indiquent, par exemple, à côté d'une légère diminution de la surface de terres labourables, une augmentation de la surface de pâturages, qui, de 4.115.124 hectares en 1882, a

¹ CHRÉTIEN KARR : L'état des forces productives dans les différents pays. *Mouvement socialiste*, 1901, n° 15, p. 157.

¹ *La Propagation de la tuberculose*, Masson.

atteint 4.402.836 en 1892. L'émigration vers les villes et les centres industriels a donc été moins accentuée en France qu'en Allemagne, et pourtant la tuberculose a constamment augmenté dans le premier de ces deux pays.

Une petite statistique, établie par M. Baudran et citée par M. Brouardel dans son Rapport, confirme le fait que nous venons de signaler. Dans l'arrondissement de Senlis, la mortalité moyenne par tuberculose est de 33,7‰. Cet arrondissement compte sept cantons, dont un industriel (Creil), avec une mortalité de 38,4; un mixte, c'est-à-dire à la fois industriel et agricole (Crépy), avec une mortalité de 43,8; dans les cinq autres cantons, tous agricoles (Betz, Nanteuil, Neuilly, Pont-Sainte-Maxence, Senlis), la mortalité moyenne par tuberculose oscille entre 26,1 et 36,6‰.

J'ajoute que, si l'on se rapporte aux statistiques¹, on constate que les conditions matérielles et de travail de l'ouvrier (salaire, durée du travail, législation ouvrière, etc.), n'ont guère varié, au point de nous expliquer la diminution de la tuberculose dans les pays industriels. Nous nous trouvons donc en présence d'un fait qui est en contradiction avec tout ce que nous savons sur les conditions étiologiques de la tuberculose, et dont l'explication nous échappe complètement, à moins d'admettre une influence sur la tuberculose des mesures d'hygiène générale dont les progrès sont indiscutables dans la plupart des pays.

§ 2. — Alcoolisme et tuberculose.

M. Baudran, dont nous avons cité la petite statistique fort instructive, estime que, pour comprendre la distribution et la dissémination de la tuberculose, il ne faut jamais perdre de vue une sorte de loi qui peut se formuler comme suit : « La mortalité par phthisie est fonction directe de l'alcool consommé par tête d'habitant ». Cette loi est le résumé d'un tableau sur lequel l'auteur a porté, pour chaque département, d'un côté, la consommation moyenne de l'alcool total par tête d'habitant, et, de l'autre, la mortalité par tuberculose. Il a trouvé les chiffres que voici, pour 10.000 habitants :

30 à 40 décès.	12,77 d'alcool
40 50 —	15,21 —
50 60 —	14,72 —
60 70 —	16,36 —
70 80 —	17,16 —
80 90 —	17,30 —
90 et au-dessus.	30,70 —

lesquels chiffres montrent que la mortalité par tuberculose est presque directement proportionnelle à la quantité d'alcool consommé.

L'influence phthisiogène de l'alcool est une notion

clinique ancienne, et lorsque M. Landouzy écrit que « l'alcool fait le lit de la tuberculose », ou lorsque M. Hayem dit que « la phthisie se prend sur le zine », ils ne font que résumer d'une façon pittoresque un fait qui se trouve déjà noté par les cliniciens français et anglais du XVIII^e siècle. Mais la constatation scientifique de ce fait, par l'étude comparée des statistiques établissant les rapports étroits entre l'alcoolisme et la tuberculose, ne date que de quelques années. Cette étude, faite aujourd'hui dans quelques pays, a montré que partout l'alcoolisme, quelle que soit la nature de la boisson contenant de l'alcool, constitue un des facteurs les plus puissants, sinon le plus puissant, du développement de la tuberculose.

En Angleterre, par exemple, cette relation apparaît très nettement quand, avec M. Jaquet, auquel nous devons la connaissance de ces faits, on étudie la mortalité par tuberculose dans les professions. Il suffit de se rapporter au tableau de Tatham² (dans lequel les chiffres représentant le nombre de décès par tuberculose, correspondent annuellement, pour une profession donnée, à 61.215 personnes de cette profession) pour voir la mortalité par tuberculose augmenter d'une façon considérable, quintupler et décupler, dans les professions dans lesquelles l'abus de boissons spiritueuses est notoire. Le tableau ci-dessous nous montre, en effet, que, pour la phthisie, qui a fait périr 69.057 sujets mâles au-dessus de quinze ans pendant la période de 1890-1892, la mortalité comparative a été :

Clergymen.	67
Cultivateurs	79
Médecins.	105
Maîtres d'écoles	114
Pêcheurs.	114
Chiffre global ²	185
Cabareliers (districts industriels).	314
Musiciens ambulants.	322
Ouvriers des docks.	325
Garçons de cabarets (distr. agric.)	352
— — (distr. industr.)	357
Manouvriers (Londres).	384
Marchands ambulants	443
Cabareliers (Londres).	448
Garçons de cabarets (Londres)	607

Pour l'Allemagne, la statistique qui a été publiée par Baer³ nous montre les mêmes relations étroites entre l'alcoolisme professionnel et la tuberculose. En prenant les chiffres de mortalité pour la période de 1884-1893, Baer trouve sur :

¹ L. JACQUET : Alcool-Maladie-Mort (Rapport à la Société méd. des Hôpitaux), *Presse Méd.*, 1899, n° 98.

² Dans la statistique anglaise, le chiffre global (185) indique la mortalité pour l'ensemble des sujets mâles exerçant une profession.

³ BAER : Alkohol und Tuberculose. *Bericht über den Kongress zur Bekämpfung der Tuberculose als Volkskrankheit*, p. 630, Berlin, 1899.

MORTS DE TUBERCULOSE

18.703 restaurateurs	4.418	soit 24,6 %
3.197 cabareliers	808	— 25,2
160 cuisiniers	49	— 30,6
429 sommeliers	154	— 35,9
2.338 garçons de café	1.250	— 53,1

Nous ne possédons pas, en France, même pour Paris, de statistique professionnelle nous permettant de juger, d'une façon indirecte, de l'influence de l'alcoolisation continue sur le développement de la tuberculose. Nous savons seulement, d'après le Rapport de M. L. Jacquet, que, sur 252 phtisiques hospitalisés au moment de son enquête dans les hôpitaux de Paris, 180, soit 71,42 %, étaient alcooliques avant les premiers symptômes de la maladie; et que ce chiffre est à rapprocher de ceux de Coustan (de Montpellier), de Rendu, Barbier, Jacquet, qui estiment que, sur 100 phtisiques, on compte 88 à 90 alcooliques.

Les remarquables travaux que M. X. Rocques a publiés dans la *Revue Générale des Sciences* nous dispensent d'entrer dans de grands détails au sujet du développement de l'alcoolisme en France. Il nous semble pourtant intéressant de publier ici deux tableaux, dont l'un (tableau III) montre l'augmentation progressive de la consommation annuelle de l'alcool par tête d'habitant en France.

Ainsi donc, la consommation de l'alcool total, qui en 1830 était de 7 litres par tête, est montée à 43 litres en 1898. Mais ce chiffre n'est pas exact. Si, avec M. De Lavarenne, on établit la consommation

TABLEAU III. — *Consommation de l'alcool en France depuis 1830.*

ANNÉES	ALCOOL à 100°	VINS 10 %	BIÈRE 3 %	CIDRE 5 %	ALCOOL total à 100°
	boissons distillées				
1830	1,12	53,7	9,215	23,0	7,916
1851	1,77	84,3	12,43	21,0	11,593
1867	2,24	91,4	19,02	26,5	13,35
1875	2,82	112,0	20,0	30,2	17,130
1876	2,71	179,0	21,32	19,0	22,2
1880	3,64	72,0	23,05	14,2	} moyen des 12 années
1889	4,0	70,0	"	23,5	
1892	4,36	"	"	"	
1893	4,32	70,0	23,0	18,0	13,81
1894	4,04	"	"	"	"
1898	4,54	"	"	"	"

de l'alcool en se guidant sur les tables proportionnelles de population suivant les âges, on arrive à établir qu'un adulte français boit aujourd'hui en moyenne par an 38 à 40 litres d'alcool à 100°.

Le tableau IV, que nous tenons à citer, est établi sur les statistiques de Denis, et montre, si l'on considère l'alcool total, que la France est le pays le plus alcoolisé du monde.

La France est donc non seulement le pays le plus alcoolisé, mais encore le seul pays (avec la Belgique) dans lequel l'alcoolisme a constamment suivi une marche ascendante. Si maintenant nous considérons la courbe de la tuberculose en France, telle qu'elle figure sur notre graphique (fig. 3), nous constatons que c'est encore la France qui paie le tribut

TABLEAU IV. — *Consommation actuelle de l'alcool dans les divers pays.*

PAYS	DERNIÈRE ANNÉE	BIÈRE	VIN	ALCOOL	TOTAL
		à 100°	et cidre à 100°	à 100°	EN ALCOOL à 100°
		litres	litres	litres	litres
France	1893	0,69	7,9	4,33	13,81
Suisse	1893	2,01	6,0	3,0	11,0
Belgique	1893	5,49	0,34	4,76	10,59
Italie	1890	0,04	9,5	0,68	10,22
Autriche-Hongrie	1888	1,3	2,26	6,7	10,2
Danemark	1890	3,1	0,1	7,0	10,2
Allemagne	1894	4,34	0,6	4,4	9,34
Angleterre	1893	6,83	0,16	2,22	9,23
Pays-Bas	1890	1,72	0,2	4,4	6,37
Etats-Unis	1893	3,04	0,17	2,85	6,07
Suède	1890	1,1	0,04	3,25	4,39
Norvège	1891	14,7	0,1	1,84	3,31
Canada	1892	6,67	0,04	1,32	2,03

le plus lourd à la tuberculose, et que le nombre de victimes faites par la tuberculose augmente régulièrement de 1887 à 1895. Le parallélisme de ces deux faits est assez éloquent pour affirmer les relations étroites entre la tuberculose et l'alcoolisme.

Le Rapport très remarquable présenté sur cette question, à la Commission de la Tuberculose, par M. De Lavarenne ¹, précise encore davantage ces relations. Les faits qu'il cite à l'appui de cette thèse sont de deux ordres : les uns personnels, fournis par une enquête qu'il a faite dans un dispensaire situé à Paris, rue Havo; les autres découlant de l'étude comparée, par département, de la consommation de l'alcool d'un côté, et de la mortalité par tuberculose de l'autre.

Les faits personnels de M. De Lavarenne confirment les statistiques que nous avons citées plus haut. Sur 50 tuberculeux pris au hasard de la consultation, il compte 32 hommes, dont 26, soit 80 %, étaient alcooliques : c'est la proportion des statistiques de MM. Rendu, Barbier, Jacquet. L'hérédité, qui passe pour jouer un rôle considérable dans l'étiologie de la tuberculose, n'a été constatée que cinq fois, la contagion manifeste sept fois, dont cinq chez des alcooliques. Dans tous les autres cas, l'alcool, et l'alcool seul, d'après M. De Lavarenne, était en cause. Ce qui le prouverait encore, c'est que, sur les 18 femmes tuberculeuses, on notait, comme étiologie : 11 fois l'hérédité, 9 fois les pri-

¹ TRIBOCLET et MATHIEU : L'Alcool et l'Alcoolisme, Paris, 1900.

¹ E. DE LAVARENNE : Alcoolisme et tuberculose. *La propagation de la Tuberculose*, p. 278.

ventions et le surmenage; 2 autres, chez lesquelles les facteurs étiologiques précédents n'existaient pas, étaient alcooliques, et chez elles la tuberculose se présentait sous forme grave.

évolution rapide. Sur 16 tuberculeux observés par M. Brunon, 11 étaient alcooliques, et 5 non-alcooliques : les 11 alcooliques sont tous morts; des 5 autres, 2 sont morts, 2 guéris, 1 amélioré.



Fig. 4. — Carte montrant la répartition et la consommation de l'alcool en France. Consommation par tête et par an.

- Moins de 2 litres d'alcool à 100°.
- de 2 à 3 litres d'alcool à 100°.
- de 5 à 7 litres d'alcool à 100°.
- plus de 7 litres d'alcool à 100°.

Une statistique de M. Brunon, que M. De Lavarenne signale dans son Rapport, semble montrer que non seulement l'alcool prédispose à la phthisie, mais qu'il imprime encore à la tuberculose pulmonaire une

La seconde partie du Rapport de M. De Lavarenne, celle dans laquelle il étudie comparative-ment, par département, la mortalité par tuberculose et la consommation de l'alcool (total) aboutit à

la même conclusion : les départements qui fournissent une mortalité élevée par tuberculose sont justement ceux qui consomment de grandes quantités d'alcool. A première vue, la règle ne paraît pas générale; mais, quand on pousse l'analyse à fond, comme l'a fait M. De Lavarenne, les exceptions apparentes s'expliquent fort bien.

Ainsi M. De Lavarenne prend, comme exemple, les six départements dans lesquels la mortalité par tuberculose est la plus élevée : Seine, Rhône, Doubs, Haute-Vienne, Loire-Inférieure, Ardèche. La consommation de l'alcool (total), en quantités de 21 à 31 litres par tête d'habitant et par an dans la Seine, le Rhône, la Loire-Inférieure, de 18 litres 1/2 dans le Doubs, nous fait comprendre que la mortalité par tuberculose soit élevée dans ces départements. Mais comment expliquer cette même mortalité élevée dans la Haute-Vienne et l'Ardèche, dont les statistiques n'accusent qu'une consommation annuelle de 10 à 12 litres d'alcool (total) par tête d'habitant? « C'est que, nous dit M. De Lavarenne, la statistique de l'alcool porte sur la population de tout le département, y compris celle des campagnes où l'on boit beaucoup moins, tandis que celle de la tuberculose porte seulement sur la population des villes, où l'on boit beaucoup plus. Or, dans la Haute-Vienne, nous avons Limoges, où l'on consomme 22 litres 65 d'alcool par tête; dans l'Ardèche nous avons Annonay, ville industrielle, où l'on boit énormément, et qui, dans la statistique pour tuberculose de l'Ardèche, fournit près de 20.000 habitants sur une totalité de 30.000 ».

Il suffit, du reste, de comparer la carte de consommation de l'alcool (fig. 4), dressée par M. Rocques¹, avec celle de mortalité par tuberculose (fig. 1), établie par M. Brouardel, pour voir que les deux se superposent presque complètement. Les différences qu'on constate s'expliquent par ce fait que M. Rocques n'a tenu compte que de l'alcool des eaux-de-vie et autres spiritueux. Mais si l'on fait entrer en ligne de compte l'alcool du cidre ou du vin, on saisit de suite la raison pour laquelle certains départements (Côtes-du-Nord, Mayenne, Sarthe, Ille-et-Vilaine, Gard, Ardèche, etc.), teints en noir sur la carte de M. Brouardel, apparaissent en gris foncé ou gris clair sur celle de M. Rocques.

Comment peut-on s'expliquer l'action phthisiogène de l'alcool? M. De Lavarenne estime qu'il agit par les lésions des muqueuses respiratoire et intestinale qu'il produit. L'alcool permettrait d'un côté au bacille de Koch de se greffer sur la muqueuse bronchique, et de l'autre il affaiblirait la résistance de l'organisme dont la nutrition se trouve compro-

mise par le fait de la dyspepsie alcoolique. Bollinger², qui a été frappé de la fréquence et de l'évolution rapide de la tuberculose pulmonaire chez les garçons-brasseurs de Munich, généralement très vigoureux, est porté à incriminer l'action délétère de l'alcool sur le cœur. On peut encore admettre que, comme tous les poisons et toxines, l'alcool prédispose à toutes les infections, y compris l'infection tuberculeuse, auxquelles il imprime une marche particulièrement grave. Les recherches expérimentales publiées récemment par Laitinen³ mettent ce fait hors de doute.

Des relations étiologiques étroites existent donc, en France comme partout ailleurs, entre l'alcoolisme et la tuberculose, et aujourd'hui personne ne cherche à les nier. Mais ce dont on ne saurait trop louer M. De Lavarenne, c'est d'avoir gardé la juste mesure, et évité les exagérations des antialcoolistes fervents, « pour lesquels, comme il dit, alcoolisme et phthisie sont deux termes inéluctables d'une même équation ». Ce serait, en effet, une erreur que de croire que la tuberculose résulte à peu près uniquement de l'alcoolisme, et que la lutte contre l'alcoolisme atteint *directement* et toujours la tuberculose, comme certains l'ont soutenu. Les faits qui prouvent le mal-fondé de cette opinion extrême ne manquent pas.

Prenons en exemple la statistique personnelle de M. De Lavarenne. Sur 32 hommes phthisiques, il trouve 26 alcooliques, et nous disons avec lui : C'est l'alcool qui est en cause. Mais sur 18 femmes tuberculeuses du même dispensaire, 2 seulement sont alcooliques, tandis que chez les 16 autres on trouve, comme cause étiologique, l'hérédité, la misère, le surmenage, mais pas d'alcool.

Un autre fait d'ordre plus général, qui montre que, comme étiologie, il y a encore autre chose à côté de l'alcoolisme, est le suivant : Si, dans un tableau, nous établissons, par pays, d'un côté la mortalité par tuberculose, et de l'autre la consommation de l'alcool total par tête d'habitant, nous constatons tout de suite que *le plus souvent* il n'existe pas de rapport direct entre ces deux facteurs. Ainsi, dans le tableau V, dans lequel les chiffres pour la tuberculose sont empruntés au Rapport de M. Köhler⁴, directeur de l'Office impérial de Santé de Berlin, et les chiffres pour l'alcoolisme au Rapport de M. Jacquet⁵, il est difficile de trouver une corrè-

¹ BAER, *loc. cit.*

² TAAV, LAITINEN : Ueber den Einfluss des Alkohols auf die Empfänglichkeit des thierischen Körpers für Infektionsstoffe. *Zeitschr. f. Hyg.*, 1900, t. XXXIV, p. 206.

³ KÖHLER : Allgemeines über die Ausbreitung und Bedeutung der Tuberkulose als Volkskrankheit. *Bericht über den Kongress zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit.*, p. 48, Berlin 1900

⁴ L. JACQUET, *La propagation de la tuberculose.*

⁵ X. ROCQUES : Etat actuel de l'industrie des eaux-de-vie et liqueurs en France. *Rev. gén. des Sciences*, 1896, p. 283.

lation entre la mortalité par tuberculose et la consommation. En faisant même, avec le tableau complet de Denis, que nous avons reproduit plus haut, les corrections nécessaires relatives aux années pour ce qui est des moyennes de la consommation d'alcool; en prenant même en considération que la mortalité par tuberculose porte dans certains pays

TABLEAU V. — *Comparaison entre la mortalité tuberculeuse et la consommation alcoolique dans les différents pays.*

PAYS	MORTALITÉ par tuberculose pulmon. pour 1 million d'habitants	CONSOMMATION de l'alcool total à 100° par au et par tête d'habitant
		litres.
Angleterre et Pays de Galles	4.358	9,25
Norvège	1.757	3
Belgique	1.767	10,50
Italie	1.871	6,60
Pays-Bas	1.884	6,25
Danemark	1.912	10,2 ¹
Suisse	2.031	8,75
Allemagne	2.245	10,50
Suède	2.310	4,50
France	3.623	14,19
Hongrie	3.184	10,2 ²
Autriche	3.623	
Russie	3.986	2,35 ³ en 1894

sur les villes seules, et dans d'autres sur les villes et les campagnes; en faisant, dis-je, toutes ces restrictions et corrections nécessaires, il n'en reste pas moins vrai qu'alcoolisme et phthisie ne sont pas « deux termes d'une même équation ».

Pour certains pays, la situation qu'ils occupent au point de vue tuberculose et alcoolisme est tout à fait bizarre. Les statistiques les plus récentes relatives à la consommation de l'alcool nous montrent que les deux pays qui viennent en tête de liste sont la France et la Belgique, et qu'en outre, dans ces deux pays, la consommation de l'alcool a suivi une marche toujours ascendante. Or, la mortalité par tuberculose est deux fois moins élevée en Belgique, pays essentiellement industriel, qu'en France, pays en grande partie agricole.

La Suède, qui ne consomme que 4 litres 39 d'alcool, a une mortalité tuberculeuse supérieure à l'Allemagne, où l'on boit deux fois plus d'alcool. En France, où l'alcoolisme augmente, la tuberculose diminue depuis 1893. Enfin le pays qui consomme le moins d'alcool, la Russie, offre la mortalité la plus élevée par tuberculose. Et pour apprécier l'importance de cette constatation, n'oublions pas que l'alcoolisme proprement dit n'existe pas en Russie, où il est remplacé par l'ivrognerie, et que ce qu'on « boit » dans ce pays, c'est le thé, quand ce n'est pas

l'eau. Autrement dit, la misère, bien connue, des populations ouvrières et rurales de la Russie fait à elle seule « le lit de la tuberculose ».

Les contradictions qui résultent de l'opposition de la « statistique-tuberculose » à la « statistique-alcoolisme » n'ont pas échappé à M. De Lavarenne; mais l'explication qu'il en donne n'est pas toujours à l'abri de toute critique. Il admet que l'augmentation de la tuberculose en Norvège, le seul pays, avec la Suède, dans lequel l'alcoolisme a considérablement diminué depuis une vingtaine d'années, s'explique par deux faits: par la date relativement récente des statistiques de la tuberculose, et par une sorte de reprise de l'alcoolisation avec des bières et des vins fabriqués à Hambourg. C'est très possible; mais il est encore possible que les conditions économiques aient changé dans un sens défavorable, fait sur lequel nous ne possédons aucun renseignement. Pour expliquer le cas de la Belgique, M. De Lavarenne fait intervenir « l'augmentation considérable du bien-être produit par le développement des œuvres d'association, dont le bien produit dépasse assurément ce que l'alcoolisme a pu faire de mal ». Or il suffit de consulter les statistiques relatives au salaire, à la durée du travail, au nombre d'enfants et de personnes employées dans l'industrie, etc., pour constater que toutes ces conditions, par lesquelles se mesure le degré de bien-être de l'ouvrier, ont à peine changé depuis une dizaine d'années, en tous cas pas au point d'influencer d'une façon si remarquable la mortalité par tuberculose. Il est facile de s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur le tableau VI¹, dans lequel se trouvent consignées, pour la ville de Liège, les variations du salaire depuis 1870 :

TABLEAU VI. — *Variations du salaire des ouvriers à Liège depuis 1870.*

DÉSIGNATION	1870-1878	1879-1887	1888-1896
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Charpentiers	»	4 »	4.05
Ebénistes	3.50	3.50	3.60
Compositeurs d'imprimerie	3.10	3.90	4 »
Menuisiers	3.90	3.85	3.75
Forgerons	4.05	4.13	4.35
Mécaniciens	3.15	3.25	3.45
Plombiers	»	3.50	3.90
Maçons (pierre)	3.25	3.65	3.75
Peintres en bâtiments	2.95	3.30	3.40
Manouvriers	2.80	2.80	2.75

Nous avons cité un nombre suffisamment grand de faits prouvant le rôle important, sinon prépondérant, de l'alcoolisme dans la genèse de la tuberculose. Les considérations développées en dernier lieu tendent seulement à accentuer l'impossibilité

^{1,2} TRIBOULET et MATHIEU, *loc. cit.*

³ FOUCHER: L'alcoolisme avant la loi pénale. Paris, 1900.

¹ Bulletin de l'Office du Travail, 1898, n° 12, p. 964.

de considérer l'alcoolisme comme cause unique de la tuberculose, et à ne pas laisser dans l'ombre les autres facteurs, qui tous, et au même titre que l'alcoolisme, créent un terrain favorable à l'ensemencement et au développement de la tuberculose, en favorisant la misère physiologique et la déchéance de l'organisme.

III. — LA TUBERCULOSE DANS LES COLLECTIVITÉS.

Une série de Rapports, que nous allons analyser maintenant, nous fait connaître la fréquence et l'extension de la tuberculose dans diverses collectivités telles que l'armée, la marine, les asiles, les prisons, etc. Les faits qu'ils signalent sont intéressants à connaître ; il est seulement regrettable que dans un certain nombre de Rapports nous ne trouvions pas d'éléments de comparaison permettant de mieux juger la question et d'en dégager les points saillants.

§ I. — L'armée.

Ce qui frappe d'emblée quand on étudie la tuberculose dans l'armée française¹, c'est la différence entre la mortalité générale et la mortalité par tuberculose. La première décroît d'une façon presque régulière depuis un quart de siècle, si bien que, de 10,5 pour 1.000 hommes d'effectif, en 1875, elle tombe à 4,41 en 1898, ce qui nous donne une diminution de près de 60 %. La seconde, au contraire, augmente régulièrement, bien que cette augmentation soit relativement peu élevée. La statistique qu'apporte M. Letulle, et qui indique les

TABLEAU VII. — *Pertes de l'armée par tuberculose de 1888 à 1898.*

ANNÉES	RÉFORMES ‰	DÉCÈS ‰	TOTAL des pertes ‰
1888	4,30	1,18	5,48
1889	4,94	1,05	5,99
1890	5,70	1,08	6,78
1891	6,10	1,33	7,43
1892	6,55	1,04	7,59
1893	6,33	0,94	7,27
1894	6,55	1,01	7,56
1895	8,34	1,14	9,48
1896	7,34	0,94	8,28
1897	7,84	0,95	8,79
1898	7,13	0,88	8,01

perles de l'armée dues à la tuberculose (décès, retraites et réformes) de 1888 à 1898, le montre très nettement.

Cette statistique accuse bien une diminution du nombre de décès par tuberculose, mais elle montre aussi une augmentation relativement bien plus

¹ M. LETULLE : La tuberculose dans l'armée française, loc. cit. p. 154.

accentuée du nombre de réformes. Cette augmentation peut s'expliquer soit par la fréquence de plus en plus grande de la tuberculose dans la population civile, soit par la rigueur avec laquelle le service de santé élimine, dès qu'il peut, toutes les recrues susceptibles de se tuberculiser, afin de préserver ses effectifs sains.

Si nous nous rapportons à une statistique publiée

TABLEAU VIII. — *Pertes par tuberculose dans les diverses armées.*

ARMÉES	DÉCÈS pour 1000 hommes	TOTAL DES PERTES (décès, réformes) pour 1000 hommes
Française 1886-89)	1,2	5,6
Allemande (1882-84)	0,7	6,8
Autrichienne 1878-87)	1,7	7,2
Italienne (1887)	0,8	5,6
Espagnole (1886)	2,7	7,7
Anglaise (1879-84)	2,1	5,9
Russe (1880-84)	0,8	7,3
Belge 1887-88)	0,9	3,9

par M. Kovatcheff¹, nous constatons qu'au point de vue des pertes (décès, retraites, réformes) par tuberculose, l'armée française est relativement mieux partagée que les armées d'autres grandes nations.

Ces chiffres ne doivent pourtant être acceptés qu'avec réserve pour ce qui est de la situation respective des différentes armées à l'heure actuelle, car les données de cette statistique sont vieilles de dix ans, et c'est de cette époque que datent les diverses mesures qui ont amélioré l'état sanitaire de l'armée. Ajoutons que la diminution progressive du nombre de décès par tuberculose qu'accuse la statistique de l'armée française existe aussi dans l'armée allemande. Les chiffres cités par M. Schjerning² dans son Rapport au Congrès de Berlin, montrent notamment que la mortalité par tuberculose dans l'armée allemande est tombée de 0,63 ‰ en 1883 à 0,36 en 1892, et à 0,24 en 1897.

Plus intéressante est la question de la mortalité comparée par tuberculose dans l'armée et la population civile. M. Kovatcheff, qui l'aborde dans son travail, cite une statistique de Marvaud, statistique ancienne, qui donne, pour plusieurs pays et villes, la mortalité par tuberculose pour 1.000 individus âgés de vingt à vingt-cinq ans. En la comparant à la statistique de l'armée, il arrive à conclure que le rapport entre la mortalité par tuberculose dans l'armée et dans la population civile, est comme 5 à 3, c'est-à-dire que, pour le même groupe d'âge, la tuberculose fait presque deux fois plus de victimes

¹ S. KOVATCHEFF : Contribution à l'étude de la tuberculose pulmonaire dans les armées. Thèse de Nancy, 1900.

² SCHJERNING : Die Tuberculose in der Armee, Bericht über den Kongress zur Bekämpfung der Tuberkulose, p. 93.

dans l'armée que dans la population civile.

Mais il faut dire que cette évaluation n'est qu'approximative. En effet, dans la statistique de l'armée nous avons à compter non seulement avec la mortalité proprement dite, qui est très faible, mais encore avec les réformés dont le plus grand nombre est fatalement voué à la mort, d'autant que la plupart d'entre eux, rendus à la vie civile, se trouvent en face de conditions hygiéniques nullement propices à la guérison de leur tuberculose. En tablant sur les chiffres de la rubrique : « Pertes totales », on peut donc évaluer à 5 ou 6 ‰ la mortalité par tuberculose chez les jeunes gens passant par l'armée. Si nous comparons cette mortalité à celle de la population civile dans le groupe d'âge de vingt à vingt-cinq ou trente ans, nous trouvons pour celle-ci, dans le Rapport, déjà cité, de M. Köhler¹, les chiffres suivants :

TABLEAU IX. — Mortalité par tuberculose dans la population civile de 20 à 30 ans.

PAYS	AGE	MORTALITÉ par tuberculose pour 1000 hab.
Angleterre (1891-95) . . .	20 à 25 ans	1,88
Prusse (1896)	20 à 30 —	2,50
Bavière (1894-97)	20 à 30 —	3,39
Saxe (1894-97)	20 à 30 —	2,70
Italie (1897)	20 à 30 —	2,52

Tout approximatif et incomplet que soit notre calcul, il n'en permet pas moins de dire que la mortalité par tuberculose est plus élevée chez les individus passant par l'armée que dans la population civile. Parmi les causes qui expliquent ce fait, on peut citer le surmenage de l'éducation militaire, faisant éclore les tuberculoses jusqu'alors latentes, les maladies infectieuses agissant dans le même sens, l'alimentation plutôt insuffisante, l'encombrement relatif, la facilité plus grande de contagion qu'on trouve dans toutes les agglomérations, l'hygiène générale défectueuse, etc.

§ 2. — La marine de l'État.

Le Rapport de M. Vincent² nous montre que la profession du marin est une de celles qui paient le tribut le plus lourd à la tuberculose. Malgré la rigueur de l'examen médical auquel sont soumis les futurs matelots, malgré la visite minutieuse des hommes au moment de la formation d'un équipage pour un bâtiment entrant en armement, la tuberculose n'en sévit pas moins dans la flotte. La sta-

tistique de l'hôpital maritime de Brest, par exemple, donne, pour la période de 1888 à 1897, sur un total de 1.119 morts, 501 décès par tuberculose, soit une proportion de 46,8 ‰. Si l'on prend la statistique de cinq hôpitaux maritimes (Brest, Cherbourg, Lorient, Rochefort, Toulon), on trouve, pour cent décès de causes diverses, 35,5 décès par tuberculose en 1898 et 35,1 en 1899. En 1898, avec un effectif de 44.344 marins, la flotte française a perdu un total de 2.176 hommes, et sur ce nombre la tuberculose entre pour un chiffre de 635 hommes (réformes, pensions de retraite, décès), soit 29 ‰ des pertes générales.

Les décès par tuberculose varient suivant les professions. Ce sont les gabiers, les mécaniciens et les chauffeurs qui sont les plus éprouvés : sur 100 décès par tuberculose, ils en fournissent 10 à 11. Leurs conditions de vie et de travail expliquent du reste cette mortalité élevée. Les gabiers, par exemple, sont exposés à toutes les intempéries du mauvais temps, et contribuent au dur service des embarcations. Les mécaniciens et les chauffeurs sont obligés, de par leur service, de séjourner dans des compartiments mal aérés et surchauffés, dans lesquels la température monte à 40°, voire même à 50 et 55°, où ils s'usent et s'anémient rapidement. Cette étiologie professionnelle apparaît encore plus clairement dans une statistique de Vincent et Burot, que cite M. Kovatcheff³, et d'où il résulte qu'à Brest la tuberculose entre pour 53,2 ‰ des décès chez les matelots, pour 23,1 ‰ chez les quartiers-maitres, pour 18,5 ‰ chez les premiers et deuxièmes-maitres.

Pour ce qui est de la tuberculose dans la marine étrangère, nous trouvons, dans le travail de M. Kovatcheff, les indications suivantes :

En Italie, la mortalité par tuberculose pendant la durée du service a été en moyenne, de 1893 à 1897, de 2,20 ‰; la proportion des conscrits éliminés au moment de la visite a été de 1,10 ‰. Il y a donc proportionnellement plus de tuberculeux parmi les hommes en activité de service que parmi les conscrits. Dans la flotte allemande, on compte, sur 100 décès, 22 par tuberculose. En Russie, la tuberculose donne une proportion de 2 ‰ pour les décès et de 1,4 ‰ pour les réformes, et cette proportion se retrouve presque identique dans la marine néerlandaise. C'est dans la marine anglaise que la tuberculose fait le moins de victimes : sur un effectif de 68.000 officiers et matelots, on ne compte en moyenne que 50 à 55 cas de tuberculose.

Ces faits, peu connus du public, méritaient, croyons-nous, d'être cités ici.

¹ KOMAR : *Allgemeines über die Ausbreitung...* etc.

² L. VINCENT : La tuberculose dans la marine de l'État, *La propagation de la tuberculose*, p. 173.

³ S. KOVATCHEFF : *Thèse de Nancy*, 1900.

§ 3. — Etablissements pénitentiaires et personnel ;
gardiens de la paix de Paris.

Il résulte d'une statistique établie par M. Brouardel¹ que la mortalité moyenne par tuberculose, depuis cinq ans (1894-1898), dans 87 prisons, a été en moyenne de 43,7 ‰ prisonniers. Cette mortalité est un peu plus élevée que la mortalité moyenne, et la différence s'explique quand on sait que la population des prisons est composée en très grande partie d'individus vivant habituellement dans de mauvaises conditions d'hygiène, et souvent infectés de tuberculose au moment de leur entrée dans une prison. La prison ne semble donc pas aggraver leur tuberculose, et ce qui vient à l'appui de cette proposition, c'est que, lorsqu'on classe les départements et les prisons par ordre de mortalité tuberculeuse, on constate qu'aux départements à forte mortalité tuberculeuse correspond une proportion élevée de mortalité tuberculeuse dans les prisons. Le personnel des prisons n'est pas non plus très éprouvé par la tuberculose : elle est de 31,2 ‰.

La situation est tout autre dans les maisons centrales, les pénitentiaires, les colonies agricoles. Ici nous trouvons une mortalité par tuberculose de 115,3 ‰, presque trois fois supérieure à la mortalité moyenne et à la mortalité dans les prisons, fait que M. Brouardel est disposé à attribuer à l'insuffisance de la nourriture, à une hygiène défectueuse des ateliers. Quant au personnel, il offre une mortalité par tuberculose de 19,5 ‰, c'est à dire une mortalité sensiblement inférieure à la moyenne.

Ce fait est d'autant plus curieux à noter, qu'à Paris, chez les gardiens de la paix, M. Landouzy² a trouvé qu'en moyenne on compte, sur 100 cas de mort, 49 par tuberculose. Le taux de la mortalité par tuberculose n'est pourtant chez les gardiens de la paix que de 38,4 ‰, chiffre analogue à celui du personnel des prisons. Mais, suivant la juste remarque de M. Landouzy, il ne faut pas oublier que le recrutement des gardiens de la paix comporte un examen médical très rigoureux des candidats. Le chiffre relativement élevé de la mortalité tuberculeuse tient donc dans cette corporation à des conditions particulières de profession.

§ 4. — Asiles d'aliénés ; enfants assistés.

L'étude de la tuberculose dans les asiles d'aliénés a révélé à M. Brouardel³ des faits tout à fait curieux. Si l'on prend en bloc la population de nos

divers asiles, on trouve pour la tuberculose une mortalité de 117,1 ‰, c'est à dire une mortalité trois fois supérieure à la moyenne. Mais, si l'on divise le nombre des asiles en trois groupes, on trouve que la mortalité par tuberculose y oscille entre 48,3 et 196,7 ‰. Certains asiles, comme celui de Cadillac (Gironde), ou de Morlaix (Finistère), perdent annuellement par tuberculose plus de 500 sur 10.000, tandis que d'autres, non moins peuplés, n'en perdent que 30. M. Brouardel est donc amené à se demander si, dans les asiles à mortalité tuberculeuse élevée, la nourriture est suffisante et les mesures élémentaires d'hygiène bien prises et observées. L'enquête qu'il exige est d'autant plus nécessaire que, dans les asiles privés, d'après une statistique portant sur 76 maisons avec une population moyenne de 4.261 aliénés, la mortalité par tuberculose n'est que de 39,9 ‰, pro-

TABLEAU X. — Mortalité par tuberculose des enfants assistés.

	POUR 10.000 habitants	POUR 10.000 enfants assistés
1 ^{er} groupe	46,1	27,1
2 ^e —	35,1	31,1
3 ^e —	33,5	22,9
4 ^e —	27,8	22,8

portion analogue à celle de la mortalité moyenne par tuberculose en France.

La mortalité par tuberculose chez les enfants assistés et moralement abandonnés⁴ n'est pas la même chez les garçons (66.312) et les filles (58.083) : elle est de 20,2 ‰ chez les premiers, et de 25,4 ‰ chez les secondes. Si, comme l'a fait M. Brouardel, on divise les départements en quatre groupes par ordre de mortalité décroissante, et si on compare la mortalité tuberculeuse des enfants résidant dans ces départements, on trouve les chiffres du tableau X.

Ils montrent que la mortalité tuberculeuse propre du département n'exerce pas d'influence prépondérante sur la mortalité tuberculeuse des enfants assistés. Ajoutons que, chez les enfants soumis à la surveillance de l'Assistance publique de Paris, la mortalité par tuberculose est seulement de 12,8 ‰ chez les garçons et de 17,2 ‰ chez les filles.

Il est intéressant de comparer cette mortalité à celle que fournissent, dans chaque pays, les groupes d'âge correspondant à ceux des enfants assistés.

¹ P. BROUARDEL : Mortalité par tuberculose dans les établissements pénitentiaires, *Loc. cit.* p. 187 et 408.

² L. LANDOUZY : Mortalité par tuberculose des gardiens de la Paix de Paris, *Loc. cit.* p. 197.

³ P. BROUARDEL : Mortalité par tuberculose dans les asiles d'aliénés de France (1894-1898), p. 148 et 396.

⁴ P. BROUARDEL : Mortalité par tuberculose des enfants assistés et moralement abandonnés, *Loc. cit.* p. 151 et 397.

Si nous prenons les statistiques citées par Köhler ¹, nous trouvons les chiffres du tableau XI ci-dessous :

TABLEAU XI. — *Mortalité infantile par tuberculose dans les divers pays.*

PAYS	AGE	MORTALITÉ par tuberculose pour 10.000 hab.
Angleterre	0 à 5 ans	4,4
	5 à 10 —	2,5
	10 à 15 —	4,1
Prusse	0 à 10 —	8,9
Bavière	0 à 10 —	13,7
Saxe	0 à 10 —	6,0
Belgique	0 à 1 —	0,5
	1 à 15 —	1,5
Italie	0 à 10 —	22,3

Pour Paris, M. Brouardel² nous indique les chiffres suivants :

0 à 1 an	mortalité par tuberculose de	73,3 ‰
1 à 4 ans	— — —	63,9 —
5 à 9 ans	— — —	18,1 —
10 à 14 ans	— — —	12,2 —

§ 5. — Mines de charbon et chemins de fer.

Le Rapport de M. Dislère³ est bien fait pour montrer quelles difficultés on rencontre quand il s'agit d'interpréter les statistiques et d'en tirer, non pas une conclusion, mais même une simple indication. Sur 54.000 ouvriers employés dans les mines de charbon des bassins du Nord et du Pas-de-Calais, M. Dislère a trouvé une mortalité moyenne par tuberculose de 21 ‰. Mais, ce qui rend immédiatement suspect ce chiffre, c'est que cette moyenne est établie avec des chiffres dont les extrêmes sont 49 (pour Ferfay) et 5 (pour Anzin); et, si on laisse de côté ces deux chiffres extrêmes, on trouve encore, comme mortalité moyenne par tuberculose, le chiffre de 24 ‰. Un autre fait non moins curieux, c'est que, chez les femmes et les enfants de ces mineurs, la mortalité par tuberculose s'élève déjà à 58 ‰, plus du double.

Un fait sur lequel M. Dislère insiste, c'est que la fréquence de plus en plus grande de la tuberculose chez les mineurs — qui passaient pour être presque réfractaires à l'infection tuberculeuse — coïncide avec le développement de l'alcoolisme dans les centres miniers.

L'enquête sur la fréquence de la tuberculose dans le personnel des chemins de fer, entreprise par MM. Galippe et Letulle⁴, n'a pu aboutir, pour la

seule raison qu'aucune de ces administrations, à l'exception du Nord, n'a pu fournir des éléments nécessaires à une telle statistique. Celle de la Compagnie du Nord, fort rudimentaire du reste, et qui ne date que de 1896, donne pour 41.800 employés (en 1898) une *morbidité* par tuberculose de 7,1 pour 1.000. En 1896 et 1897, cette morbidité était respectivement de 7,75 et de 6,4 pour 1.000.

IV. — MESURES PROPHYLACTIQUES PROPOSÉES.

Les mesures que la Commission propose d'opposer en France au flot montant de la tuberculose sont de deux ordres. Les unes sont générales, et peuvent se résumer par ce mot : « guerre aux crachats ». Faire à ce point de vue l'éducation du public par une propagande active au moyen des conférences, des brochures, des tracts, etc., etc., dans les collectivités de l'Etat (armée, marine, administrations, écoles, asiles, etc.), ainsi que dans les collectivités privées (établissements de crédit, théâtres, bibliothèques, communautés religieuses, fabriques, voitures publiques, etc., etc.), prescrire la défense absolue de cracher à terre, multiplier les crachoirs hygiéniques à 1 mètre du sol, exiger le balayage humide des parquets, faire d'une façon particulière l'éducation antituberculeuse du personnel, introduire l'enseignement antituberculeux dans les écoles, etc. etc. Telles sont les mesures qui, suivant la Commission, peuvent être prises du jour au lendemain et dont l'efficacité contre la propagation de la tuberculose est indiscutable, d'après tout ce que nous savons sur le rôle de la contagion par les crachats desséchés.

Comme mesure curative, la Commission réclame la création des sanatoria. Nos lecteurs connaissent certainement l'organisation et le fonctionnement de ces établissements, et nous n'avons pas à insister là-dessus. Mais en attendant que nous en ayons, — et tout porte à croire que nous n'en aurons pas de sitôt, — que faire des tuberculeux qui encombrant nos hôpitaux, où non seulement ils ne trouvent aucune des conditions nécessaires à leur guérison, mais contaminent encore leurs voisins de lit ?

§ 1. — Pavillons d'isolement pour tuberculeux.

La Commission spéciale⁴ nommée pour étudier ce point a pensé qu'on pouvait dès maintenant, à Paris du moins, créer, dans quelques-uns des hôpitaux existants, des pavillons d'isolement pour tuberculeux. Ceux-ci trouveront, dans les pavillons spécialement aménagés, les éléments nécessaires à leur guérison, et les malades soignés dans les hôpitaux

¹ *Loc. cit.*

² *Loc. cit.*, p. 393.

³ P. DISLÈRE : Note sur la mortalité par tuberculose dans le personnel ouvrier des mines de charbon, *Loc. cit.* p. 283.

⁴ GALIPPE et M. LETULLE : La prophylaxie de la tuberculose dans les chemins de fer, p. 209.

⁵ J. GRANCHER et THOINOT : Rapport de la Commission de la Tuberculose. p. 127.

généraux seront ainsi mis à l'abri de la contamination tuberculeuse.

Ces pavillons comportent naturellement une organisation spéciale. Suivant M. Letulle¹, un service d'isolement pour tuberculeux doit se rapprocher autant que possible du sanatorium-type, constituer une sorte de *demi-sanatorium* dans lequel « tout tuberculeux hospitalisé, à quelque période de la bacillose pulmonaire que ce soit, doit être jusqu'à la fin réputé curable et traité comme tel ».

En règle générale, un service pour tuberculeux ne doit pas contenir plus de 60 à 80 lits. Pas de grandes salles, où les infections et contaminations secondaires sont toujours possibles, mais de petites chambres à 2, 3 ou 4 lits, chambres vitrées dont la surveillance est facile ; puis, quelques chambres dites d'isolement, à un seul lit, pour les moribonds, les contagieux accidentels (érysipèle, fièvre typhoïde, etc.). L'installation et l'aménagement général doivent répondre aux exigences de la cure antituberculeuse : cubage d'air abondant (40 mètres cubes par lit, au minimum), aération parfaite (ventilation, fenêtres à triples châssis), chauffage hygiénique, lavabos, water-closets aérés, chauffés, hygiéniques et commodes, bains et douches à proximité du service.

La triple base de la cure antituberculeuse : le repos, l'alimentation et la cure d'air, sera organisée de la même façon que dans un sanatorium type, et il en sera de même de la discipline pour ce qui est, avant tout, du crachat : « la guerre au crachat ». La cure d'air, forcément incomplète et insuffisante dans une ville, sera réalisée au moyen des galeries-vérandas avec leurs chaises-longues, sun-box, etc. En ce qui concerne l'alimentation de ces tuberculeux, il faudra régler d'une façon spéciale la quantité et la variété des plats, les heures et le nombre des repas, etc., bref prendre la contre-partie du règlement actuellement en vigueur dans la plupart des hôpitaux en France.

Les services d'isolement pour tuberculeux, tels que M. Letulle les voudrait, constituent certainement un progrès. Une fois créés, ils auraient pour résultat de mettre à l'abri de la contamination tuberculeuse les malades qui entrent dans un hôpital général pour une affection non bacillaire ; ils offriraient encore l'avantage de fournir aux tuberculeux, je ne dis pas le confort, mais les conditions particulières d'hygiène impérieusement exigées par la nature même de leur maladie. Mais, demi-sanatoria, ils constituent aussi une demi-mesure, un pis-aller. En l'absence de sanatoria, ces services d'isolement

seront rapidement envahis par les tuberculeux avancés et incurables, au préjudice des tuberculeux du premier degré qui, à la rigueur, pourraient retirer quelque bénéfice du séjour dans ce demi-sanatorium urbain. En second lieu, il est à craindre que la promiscuité inévitable entre les tuberculeux avancés et les tuberculeux encore curables n'exerce sur ceux-ci une action déprimante, capable de diminuer grandement les chances de guérison.

Mais, comme réforme hospitalière, la création des services d'isolement est indispensable et urgente.

§ 2. — Dispensaires pour tuberculeux.

Un autre projet ayant obtenu les suffrages de la Commission est celui de M. Calmette¹, relatif à la création de dispensaires pour tuberculeux, destinés à suppléer, en partie, aux sanatoria qui nous font défaut.

Partant de cette idée que jamais on n'aura assez de sanatoria pour y hospitaliser les tuberculeux peu aisés, M. Calmette demande que, dans chaque ville et centre important, on crée un nombre suffisant de dispensaires spéciaux. Leur but serait de dépister, d'aller chercher les tuberculeux commençants de la classe ouvrière, de leur donner les conseils et les soins nécessaires. A côté de ces conseils, de ces consultations gratuites, l'organisation que comporte le dispensaire distribuera aux malades des secours en nature ou en espèces, des vêtements, des médicaments, des livres ; elle fera l'éducation antituberculeuse du malade et de son entourage (« guerre au crachat »), fournira les crachoirs, désinfectera, quand il sera besoin, le logement, les vêtements, le linge de corps, donnera, en un mot, « toutes les instructions nécessaires pour assurer dans les meilleures conditions possibles l'hygiène du tuberculeux à domicile, et préserver de la contagion ceux qui l'entourent. » La dépense annuelle que nécessiterait le fonctionnement d'un tel dispensaire serait de 60.000 francs environ.

M. Calmette a parfaitement raison de dire qu'avec ces dispensaires on aura « la certitude d'obtenir des résultats immédiats pour la prophylaxie de la tuberculose dans la classe ouvrière ». Quant à leur utilité au point de vue du traitement et de la guérison des tuberculeux curables, elle est fort contestable. En effet, les dispensaires de M. Calmette constituent simplement un système perfectionné, très perfectionné même, du traitement des tuberculeux à domicile. Or, s'il est une vérité, c'est bien celle qui consiste à dire qu'un ouvrier tuberculeux ou en train de se tuberculiser, ne travaillant plus et tombé dans la misère, ne peut pas guérir chez lui, où il est forcément condamné au logement encom-

¹ M. LETULLE : Organisation d'un service hospitalier en vue de l'isolement et de la cure de la phthisie pulmonaire, *loc. cit.*, p. 312.

¹ A. CALMETTE : Dispensaires pour tuberculeux, p. 335.

bré, à l'air perspiré et confiné, à la nourriture insuffisante, non seulement comme qualité, mais encore comme quantité. Il n'y a pas de dispensaire qui puisse changer ces conditions inhérentes à la situation matérielle de l'ouvrier.

Ces dispensaires seraient par contre d'une utilité incontestable pour le fonctionnement régulier des sanatoria. Leur organisation, telle que la comprend M. Calmette, en fait de véritables bureaux de recrutement des tuberculeux du premier degré, qui seuls peuvent guérir dans les sanatoria et constituent la raison d'être de ces établissements coûteux. C'est du reste de cette façon que M. Fraenkel¹, le promoteur de ces dispensaires en Allemagne, comprend leur rôle.

En second lieu, comme le veut M. Calmette, ils viendraient en aide à la famille de l'ouvrier hospitalisé, lui trouveraient une occupation en rapport avec ses forces au moment de sa sortie du sanatorium, complèteraient enfin très avantageusement le rôle social du sanatorium. C'est dire, que si les dispensaires de M. Calmette ne peuvent remplacer les sanatoria, ils en constituent le complément obligatoire.

§ 3. — Sanatoria marins.

L'agitation soulevée ces temps derniers autour de la création des sanatoria pour adultes pauvres, a laissé un peu dans l'ombre une institution merveilleuse, les sanatoria marins, dont on ne saurait nier l'efficacité dans la lutte contre la tuberculose chez les enfants. La Note de M. Bergeron² et le Rapport de M. Armaingaud³ nous fournissent l'occasion de dire deux mots de cette institution.

Un sanatorium marin est, suivant l'heureuse définition de M. Armaingaud, « un établissement spécial où se guérissent, par un séjour prolongé dans l'atmosphère marine, aidée ou non de la balnéation, les enfants entachés de lymphatisme, de rachitisme, de faiblesse de constitution, et enfin les petits scrofuleux ». La clientèle de ces établissements se recrutant parmi les candidats à la tuberculose, il n'est que juste de considérer les sanatoria marins comme un excellent moyen de lutte contre la tuberculose.

Nous avons, à l'heure actuelle, échelonnés le long de nos côtes, quatorze sanatoria marins dans lesquels sont soignés près de 2.000 enfants par année, en y ajoutant les petits malades placés chez des paysans, sur les différents points du littoral. Dans la plupart de ces sanatoria, les enfants ma-

lades sont envoyés et entretenus par les services d'assistance départementale ou par les municipalités des grandes villes et d'un certain nombre de communes. Les frais de séjour d'un enfant, jusqu'à sa guérison, peuvent être évalués en moyenne à 700 francs. On peut donc évaluer, très approximativement, à 1.400.000 francs le coût annuel (entretien des malades, intérêts du capital, conservation du mobilier) de nos quatorze sanatoria.

Cette dépense n'est certainement pas bien élevée, mais elle n'en pèse pas moins sur le budget des communes et des départements, si bien que, pour la réduire, il arrive souvent que les malades sont retirés trop tôt du sanatorium, au détriment de son action curative et surtout au détriment de la durée de la guérison. Or, d'après le calcul de M. Armaingaud, ce n'est pas 2.000, mais 12.000 petits scrofulo-tuberculeux qui devraient, tous les ans, être soignés dans ces établissements. La dépense nécessaire serait donc de 8.500.000 francs par an. M. Armaingaud, en s'appuyant sur ce fait que le mouvement de la bienfaisance privée suit à peu près exactement celui de l'assistance départementale et municipale, estime que, pour quintupler le nombre des sanatoria, les budgets publics pourraient facilement fournir les 4 millions nécessaires. « Il suffit, dit M. Armaingaud, pour se rendre compte que cet espoir n'est pas trop ambitieux, de considérer qu'il y a en France 36.000 communes, et plus de 2.900 chefs-lieux de canton, et qu'il suffit que 2 communes par canton entretiennent dans un sanatorium marin un enfant indigent, pendant un an, ou 4 communes un enfant pendant six mois, ou simplement 8 communes un enfant pendant trois mois, au prix moyen de 700 francs par année, pour que ce chiffre de 3.800.000 francs soit atteint. »

V. — CONCLUSIONS.

Pour s'opposer, dans la mesure du possible, à la marche envahissante de la tuberculose, la Commission demande donc deux choses : 1° des mesures d'ordre général que résume la formule : « la guerre aux crachats » ; et 2° la création d'un nombre suffisant de sanatoria populaires. Si l'ensemble des mesures destinées à empêcher la propagation de la tuberculose par les crachats desséchés est d'une exécution relativement facile, on ne saurait en dire autant de la création des sanatoria.

En l'absence des assurances obligatoires contre la maladie et l'invalidité, comme en Allemagne ; en l'absence des sociétés de secours mutuels nombreuses et puissantes comme en Belgique ; en l'absence des coopératives socialistes qui, comme le Vooruit de Gand, assurent à leurs adhérents une

¹ B. FRAENKEL : Polikliniken für Lungenkranke. *Zeitsch. f. Tuberkul. und Heilstättenwesen*, 1901, vol. II.

² J. BERGERON : Note sur les sanatoriums marins, *loc. cit.*, p. 320.

³ ARMAINGAUD : Sur le rôle des sanatoriums marins dans la lutte contre la tuberculose. *loc. cit.*, p. 323.

indemnité de maladie et une rente d'invalidité de vieillesse; en l'absence de législation et d'organisations sociales appropriées, il est difficile de créer et de faire vivre, dans un pays comme la France, l'institution de solidarité sociale que constituent, dans toute leur complexité, les sanatoria. La seule ressource qui s'offre à ceux qui ne veulent pas rester impassibles en face des hécatombes que la tuberculose fait tous les ans chez nous, c'est la charité, la bienfaisance privée. On l'a, en effet, utilisée; seulement, les résultats qu'on a obtenus, de cette façon, jusqu'à aujourd'hui — 280 lits dans trois sanatoria pour adultes — montrent que la bienfaisance seule est incapable de lutter efficacement contre le mal.

La Commission l'a pensé, et, d'une façon toute particulière, elle a attiré l'attention du Gouvernement sur un projet de MM. Letulle et Roux, relatif à la création de caisses d'assurances mutuelles contre la maladie, et de compagnies d'assurance contre la tuberculose, avec traitement au sanatorium.

MM. Letulle et Roux voudraient notamment que le personnel de l'État et de différentes collectivités professionnelles s'organisât en assurances mutuelles contre la maladie; de leur côté, l'État et les Compagnies privées faciliteraient, par une participation minimale et individuelle, ces assurances, qui, en cas de maladie, accorderaient au sociétaire une somme quotidienne égale à la somme mensuellement versée. En versant par exemple 8 francs par mois, le sociétaire toucherait, en cas de maladie, et quelle qu'en soit la durée, la somme de 8 francs par jour; s'il payait 4 francs par jour au sanatorium populaire, il lui resterait 4 francs par jour pour subvenir aux besoins de sa famille. En admettant que l'État, aidé par quelque combinaison financière, parvienne à édifier, dans les différentes régions de son territoire, des sanatoria populaires, le problème du traitement des tuberculeux dans ces établissements se trouverait par là résolu.

Une autre combinaison consisterait à créer une assurance particulière contre la tuberculose. MM. Letulle et Roux pensent que, si les Compagnies d'assurances édifiaient des sanatoria, en y organisant la triple cure hygiénique, bon nombre d'individus, soit de leur propre mouvement, soit aidés par leurs patrons ou directeurs, contracteraient ces assurances pour avoir droit, en cas de tuberculose, au traitement dans un sanatorium. Une combinaison particulière permettrait même de subvenir aux besoins de la famille pendant le séjour du malade au sanatorium.

Ces deux projets, excellents en eux-mêmes et très rationnels, ont le défaut d'être en désaccord avec les habitudes du pays. L'assurance mutuelle

contre la maladie existe chez nous, sous forme de sociétés de secours mutuels. Malgré la somme modique du versement annuel qui, en 1897, était de 23 fr. 95, les 11.355 sociétés de secours mutuels qui existaient en France au 31 décembre 1897 ne groupaient que 1.539.104 membres participants¹, dont 250.604 femmes et 61.287 enfants. Si l'on songe que les membres de ces sociétés constituent l'élite de la classe ouvrière, jouissant d'une certaine aisance et pouvant, pour cette raison, faire acte de prévoyance, il est à craindre que l'assurance mutuelle contre la maladie, même favorisée par l'État et les grandes Compagnies, comme le veulent MM. Letulle et Roux, n'englobe jamais, tant qu'elle restera *facultative*, la masse des ouvriers, la masse de ceux parmi lesquels la tuberculose fait le plus de victimes. On peut en dire autant de l'assurance facultative contre la tuberculose, sans compter que les Compagnies françaises d'assurances, avec le peu d'initiative qui les caractérise, ne consentiront jamais à se lancer dans une entreprise dont le bénéfice financier ne leur apparaîtrait pas clairement.

En admettant même que le principe de l'obligation, en fait d'assurances, soit impossible en France, on pourrait faire une exception pour la tuberculose qui se présente avec tous les caractères d'un véritable désastre national. C'est à ce titre que le projet de loi sur les Caisses de retraites qui doit prochainement être discuté à la Chambre, présente pour nous un intérêt tout particulier. Le projet de la Commission, dont M. Guieysse est rapporteur, est établi sur le modèle de l'assurance allemande² contre l'invalidité et la vieillesse, avec deux classes de salaires et participation de l'ouvrier et du patron à la prime, qui est relativement très peu élevée : 5 ou 10 centimes (suivant la taxe du salaire) versés par l'ouvrier par chaque jour de travail et une somme égale ajoutée par le patron. Ces versements doivent fournir une somme de 200 millions de francs. Quand ces Caisses d'assurance contre l'invalidité verront que la plupart des rentes sont payées à des ouvriers tuberculeux, elles feront comme les Établissements d'assurance en Allemagne : pour alléger leur budget, elles trouveront un bénéfice à construire des sanatoria.

Il faut, en effet, avoir le courage de regarder les choses en face, et d'envisager la situation telle qu'elle est. Pour avoir des sanatoria populaires en nombre suffisant, il faudra dépenser 200 millions de francs pour leur construction et leur installation,

¹ Les Sociétés de secours mutuels pendant l'année 1897. *Bullet. de l'Office du Travail*, 1900, n° 7, p. 691.

² R. ROMME : Les assurances ouvrières et la lutte contre la tuberculose en Allemagne, *Rev. gen. des Sciences*, 1899, nos 15 et 16 (15 et 30 août).

et un budget annuel de 70 millions de francs pour assurer leur fonctionnement. On ne peut raisonnablement demander à la charité et à la bienfaisance, si inépuisables qu'elles soient, de se charger d'une œuvre pour laquelle il faudra des millions et des millions. Les sociétés de secours mutuels, composées en majeure partie d'ouvriers aisés, de contre-maitres, de petits bourgeois, de boutiquiers, etc., ne semblent pas vouloir s'intéresser,

suffisamment aux sanatoria populaires. Le budget des communes et des départements est déjà fortement grevé. Dans ces conditions, il faut demander au pays un nouvel effort, le lui imposer, en exigeant le vote du projet Guieysse, afin d'arrêter un mal en train de miner la nation, de désagréger la race et de compromettre l'avenir du pays.

R. Romme,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

L'ÉTAT ACTUEL

DE L'INDUSTRIE DES PARFUMS ARTIFICIELS

Aussitôt que la synthèse chimique eût ouvert aux chercheurs de nouveaux horizons, un grand nombre d'entre eux dirigèrent leurs efforts en vue de la production des matières colorantes artificielles, et l'on sait combien fécondes ont été jusqu'à ce jour les tentatives, même les plus audacieuses, qui ont été faites dans cette voie. Parmi les problèmes à la solution desquels paraissent pouvoir conduire les méthodes synthétiques, il en est un qui s'offre sous un aspect des plus séduisants : nous avons nommé celui qui consiste à reproduire de toutes pièces, avec les seules ressources du laboratoire, le parfum délicat des fleurs. Et, cependant, les premiers chimistes qui ont fait application de ces méthodes n'ont pas cru devoir envisager cette question. Ce n'est, en effet, qu'en 1874 que surgit l'industrie des parfums artificiels, industrie qui, d'ailleurs, a pour but la transformation de matières premières extraites des végétaux, plutôt que la fabrication de produits odorants par la voie purement synthétique.

Il n'est pas sans intérêt d'essayer de mettre en lumière les raisons pour lesquelles une question aussi captivante que celle de la reproduction artificielle des matières odorantes fut si longtemps délaissée.

On sait que, pour arriver à reproduire méthodiquement un corps, il est nécessaire d'être fixé préalablement sur l'architecture atomique de sa molécule. Or, pendant fort longtemps, on ne connut rien de précis de l'histoire des composés auxquels les fleurs doivent leur parfum si recherché; ces composés appartiennent, en effet, à une série de corps possédant des caractères spéciaux, dont l'étude ne remonte pas à une époque antérieure à ces vingt-cinq dernières années. C'est pour cette raison déjà que les tentatives faites en vue de la reproduction artificielle des matières odorantes sont de date toute récente. Il y en a une autre plus im-

portante encore, et qui est de nature à limiter les espérances que l'on pourrait fonder sur l'application des méthodes synthétiques dans l'industrie des parfums. Les parfums des fleurs ne sont pas dus généralement à une substance unique, mais bien à un ensemble de plusieurs corps judicieusement assemblés et réunis en proportions convenables, un certain nombre d'entre eux, souvent les plus exquis, n'existant dans le mélange qu'à des doses extrêmement faibles. Songer à préparer industriellement cet ensemble de corps, dont plusieurs sont et resteront longtemps encore inconnus, serait chose téméraire, étant donné que les voies synthétiques sont encore trop tortueuses pour conduire à un but aussi difficilement accessible.

Du reste, ainsi que nous l'avons fait remarquer déjà, la plupart des substances odorantes que nous aurons à passer en revue dans cette monographie sont, non pas des produits artificiels au vrai sens du mot, mais bien des dérivés de substances extraites des végétaux.

Il est arrivé parfois que les chimistes qui ont découvert des matières susceptibles d'application en parfumerie n'ont nullement apprécié comme il convenait les propriétés odorantes de ces matières, si bien que plusieurs d'entre elles n'ont été utilisées industriellement que bon nombre d'années après leur apparition dans le domaine chimique. Nous citerons, dans cet ordre d'idées, le terpinéol, dont l'odeur rappelle celle du muguet, l'anthraniolate de méthyle, que l'on rencontre à faible dose dans la fleur d'oranger, et même l'indol qui, envisagé jusqu'ici comme une matière nauséabonde, est considéré maintenant comme utilisable, mais à des doses infiniment faibles, dans l'industrie de la parfumerie.

Il faut cependant reconnaître que, dans la voie de la production artificielle des parfums, aussi bien que dans toutes les autres branches du savoir et

de l'activité humaine, ce sont les recherches méthodiquement poursuivies qui ont conduit aux découvertes les plus remarquables. C'est ainsi que Tiemann et Krüger ont préparé une substance à odeur de violette, en voulant reconstituer une molécule analogue à celle de la matière odorante de l'iris, préalablement isolée et étudiée au point de vue de sa constitution. Un semblable résultat est digne d'admiration, et, lorsque l'on pénètre au cœur de la question, lorsque l'on mesure le nombre et l'étendue des difficultés qu'il a fallu surmonter pour l'obtenir, on le trouve plus remarquable encore.

Pour l'ensemble des raisons que nous avons énumérées plus haut, la contribution de la Chimie aux arts qui utilisent les matières odorantes fut, jusqu'en 1874, des plus restreintes, et, parmi les produits connus doués d'une odeur agréable, fort peu avaient antérieurement trouvé leur application dans la parfumerie : nitrobenzène (essence de mirbane), aldéhyde benzoïque (essence d'amandes amères), salicylate de méthyle, et quelques éthers de fruits.

I. — HISTORIQUE.

L'industrie des parfums artificiels naquit simultanément en France et en Allemagne de la belle découverte réalisée en 1874 par Tiemann et Haarmann, et consistant à préparer la vanilline, principe odorant de la vanille, par oxydation de la coniférine, découverte en 1861 par Hartig.

A Grenelle, qui avait été le berceau de l'industrie chimique en France, fut fondée l'usine de Laire et C^{ie}, par M. Georges de Laire, dont le nom se trouvait déjà inscrit dans l'histoire des matières colorantes. Dans cette usine furent exploités et le brevet français Haarmann pour la préparation de la vanilline en partant de la coniférine, et le brevet français Reimer, pour la production d'aldéhydes aromatiques par l'action du chloroforme et des alcalis sur les phénols. Mais la vanilline ne devint un produit réellement industriel que le jour (18 mars 1876) où M. de Laire prit un brevet pour préparer ce corps en partant de l'eugénol extrait de l'essence de girofle.

Tandis que se fondait en France la Société de Laire et C^{ie}, une usine était construite à Holzminden pour exploiter la découverte que venaient de faire également Tiemann et Haarmann, et devenait plus tard la propriété de la Société Haarmann et Reimer. Nous verrons ensuite les deux Sociétés de Laire et C^{ie} d'une part, Haarmann et Reimer d'autre part, continuer à exploiter industriellement les découvertes de Tiemann et de ses collaborateurs.

Bientôt d'autres fabrications vinrent se grouper

autour de celle de la vanilline, fournissant également des produits utilisables dans la parfumerie : telles furent celles de la coumarine, substance isolée, dès 1825, de la fève tonka et reproduite par W.-H. Perkin au milieu du xix^e siècle ; de l'héliotropine, préparée artificiellement dès 1869 par R. Fittig et H. Mielck ; de l'aldéhyde anisique.

Ce n'est qu'à la fin de 1888 que le terpinéol, connu cependant depuis fort longtemps, fit son apparition dans le commerce sous le nom de muguet. L'année 1889 marqua la découverte du musc artificiel Baur.

Depuis cette époque, l'industrie des parfums artificiels a acquis une importance toujours croissante parmi les autres industries chimiques, à cause de l'influence profonde qu'elle n'a cessé d'exercer sur l'évolution de la chimie des terpènes.

En 1890, la Société de Laire et C^{ie} modifiait de la façon la plus heureuse les conditions de la production artificielle de la vanilline en préparant ce corps, non plus directement au moyen de l'eugénol, mais en passant par l'intermédiaire de l'acétyl-eugénol. Enfin, en 1893, après une série de beaux travaux qui ont éclairé de mille lumières nouvelles les phénomènes touchant à la chimie des terpènes, Tiemann et Krüger découvraient l'ionone, substance à odeur de violette.

Entre temps, on vit des maisons anciennes et puissantes monter, elles aussi, la fabrication des parfums artificiels appartenant au domaine public, ou bien prendre des brevets pour protéger des méthodes nouvelles de préparation.

La coumarine et l'héliotropine furent fabriquées en grand par la Société chimique des Usines du Rhône (Lyon), MM. Schimmel et C^{ie} (Leipzig), la Société anglo-française des Parfums perfectionnés (Courbevoie), MM. Behringer et Sohne (Waldhof), de Haën (Hanovre), Heine et C^{ie} (Leipzig), von Heyden Nachfolger (Dresde), Merck (Darmstadt), Riedel (Berlin), etc. Il en fut de même pour le terpinéol, l'aldéhyde anisique, ainsi que pour d'autres produits encore.

Des brevets furent pris, notamment par M. P. Monnet et par MM. Heine et C^{ie}, pour la préparation des succédanés de l'essence de rose, qu'on lança dans le commerce sous des noms divers (rhodinol, réuniol, etc.).

Le marché de la vanilline fut sensiblement modifié, non seulement par les nouveaux brevets de Laire, mais encore par suite de l'emploi de l'ozone comme agent d'oxydation directe de l'eugénol et de l'isoeugénol (brevets Otto et Verley, 1895), ainsi que par les brevets de la Société chimique des Usines du Rhône, permettant de préparer la vanilline au moyen de l'aldéhyde protocatéchique.

Plusieurs fabricants, en France et en Allemagne,

ont également consacré tous leurs soins à l'extraction de certains principes contenus dans les huiles essentielles, et cela pour des raisons très diverses : raison de solubilité s'il s'agit de produits employés pour la fabrication des liqueurs; raison d'activité thérapeutique s'il s'agit de substances pour l'usage pharmaceutique, etc.

Après ce coup d'œil rapide jeté sur le passé de l'industrie des parfums artificiels, nous allons étudier : 1° quelques substances à composition définie, extraites des huiles essentielles; 2° les principales matières odorantes obtenues, soit de toutes pièces, soit par transformation de certains produits d'origine végétale.

Pour apporter quelque méthode à notre exposé, nous grouperons d'après leurs fonctions chimiques les différents corps que nous aurons à passer en revue.

II. — PRINCIPES A COMPOSITION DÉFINIE EXTRAITS DES HUILES ESSENTIELLES.

Ces principes ne sont généralement pas employés directement en parfumerie. Les uns trouvent des débouchés dans les industries de la distillerie et des produits pharmaceutiques; les autres, que nous étudierons plus spécialement, servent de matières premières pour la préparation de parfums artificiels.

Les corps dont nous aurons à nous occuper dans cette première partie peuvent être groupés de la façon suivante : 1° des alcools (linalol et menthol); 2° des phénols (thymol et eugénol) et des éthers de phénols (anéthol et safrol); 3° une aldéhyde (citral); 4° une cétone (irone).

§ 1. — Alcools.

M. Haller a proposé, pour isoler les alcools terpéniques à l'état de pureté, l'élégante méthode que voici : On combine une molécule de l'alcool à extraire avec une molécule d'un acide bibasique de façon à obtenir l'éther acide correspondant. Celui-ci se dissout alors dans les alcalis, tandis que les autres composés terpéniques sont insolubles. On le sépare donc facilement d'avec ces derniers. Il suffit ensuite de le précipiter de sa solution, et de le saponifier.

Les détails opératoires varient évidemment selon les cas. Nous n'aurons point à les décrire ici; d'ailleurs, en ce qui concerne l'extraction industrielle des alcools dont nous voulons nous occuper, les méthodes physiques sont seules d'une application pratique.

1. *Linalol*. — Le linalol est un alcool tertiaire non saturé de la formule $C^{10}H^{18}O$. Il est très répandu

dans la Nature et existe, en particulier, dans l'essence de linalolé sous la forme lévogyre, dans l'essence de coriandre sous la forme dextrogyre. Ses applications industrielles sont des plus restreintes. Il ne sert guère qu'à préparer l'acétate de linalyle, qui a été lancé dans le commerce comme succédané de l'essence de bergamotte. L'emploi des huiles essentielles qui renferment cet alcool est plus avantageux que l'emploi du linalol lui-même. Son extraction s'effectue par simple distillation fractionnée, en recueillant le produit qui bout à 197-198°.

Le linalol possède la propriété de se transformer facilement en son isomère, le gèranol, qui est un alcool primaire, et se trouve assez répandu dans la nature (essences de gèranium, de palma rosa, de rose, etc.). Comme d'ailleurs le gèranol, le linalol s'oxyde en donnant une aldéhyde, le citral, contenue dans les essences de lemon grass (verveine des Indes), de citron, etc.

2. *Menthol*. — Ce corps, alcool secondaire de la formule $C^{10}H^{20}O$, existe dans les essences de *Mentha piperita* de diverses origines et surtout dans l'essence de Menthe du Japon (*Mentha arvensis* var. *piperascens*) qui, en raison de son bas prix, en est la source industrielle.

L'extraction du menthol se fait de la façon la plus simple, en refroidissant l'essence de menthe du Japon, et essorant les cristaux qui se séparent dans ces conditions.

Le menthol naturel est lévogyre. Il fond à 43° et bout à 212°. Par oxydation, il donne de la menthone gauche qui, sous l'influence de l'acide sulfurique, se convertit en menthone droite. Par hydrogénation de chacune de ces deux menthones, on obtient un mélange de menthol gauche et d'un isomère de celui-ci, l'isomenthol, qui, par oxydation, donne de l'isomenthone.

Le menthol possède de nombreuses applications thérapeutiques. On en a fait des « crayons antimigraine » dont le succès a été assez grand. Ses vertus contre les inflammations des muqueuses de la gorge, pour la guérison des contusions, contre le coryza, etc., sont aujourd'hui universellement reconnues.

Toutefois, il convient de remarquer que l'exploitation de cette substance est des moins lucratives. Il suffira, pour s'en rendre compte, de jeter un coup d'œil sur le tableau ci-dessous qui fait connaître les variations de prix subies par le menthol au cours de ces vingt dernières années :

ANNÉES	PRIX DU KILO
	de menthol
	fr. c.
1881	125 50
1883	162 50
1885	90 »
1887	2 »

1889	18 75
1891	27 50
1893	32 50
1895	40 "
1897	26 "
1899	24 50

La cause de cette baisse de prix est due à la surproduction en essence de menthe du Japon durant ces dernières années. Le menthol a été vendu sans bénéfice; aussi, a-t-on dû, au Japon, restreindre les récoltes de la menthe, si bien que, actuellement, les prix ont une tendance très marquée à la hausse. D'ailleurs, la consommation de menthol tend à s'accroître, sans toutefois acquérir l'importance qu'elle avait atteinte lors de l'emploi des crayons antimigraine.

§ 2. — Phénols et Éthers de phénols.

Les phénols peuvent être très facilement extraits des huiles essentielles, grâce à leur propriété de se dissoudre dans une lessive alcaline caustique. Il suffit d'agiter l'essence avec une solution aqueuse de potasse ou de soude à 10-20 %, d'ajouter un peu d'eau chaude pour faciliter la séparation de la portion non phénolique, de décantier celle-ci ou de l'entraîner au moyen de la vapeur d'eau, enfin de remettre le phénol en liberté par addition d'acide chlorhydrique étendu.

Cette méthode est applicable à l'extraction du thymol et de l'eugénol; nous n'aurons donc pas à y revenir à propos de l'étude de ces corps.

Nous aurons à passer en revue, dans ce paragraphe, une série de composés aromatiques renfermant une chaîne latérale C³H⁵ et pouvant être groupés deux à deux de façon que chaque groupe renferme : 1° un composé dont la chaîne C³H⁵ a la forme développée — CH² — CH = CH² (chaîne allylique); 2° l'isomère dont la chaîne C³H⁵ a la forme développée — CH = CH — CH³ (chaîne propénylique) :

COMPOSÉS ALLYLIQUES	ISOMÈRES PROPÉNYLIQUES
Eugénol.	Isoeugénol (aillet artificiel).
Estragol.	Isoestragol ou anéthol.
Safrol.	Isosafrol.

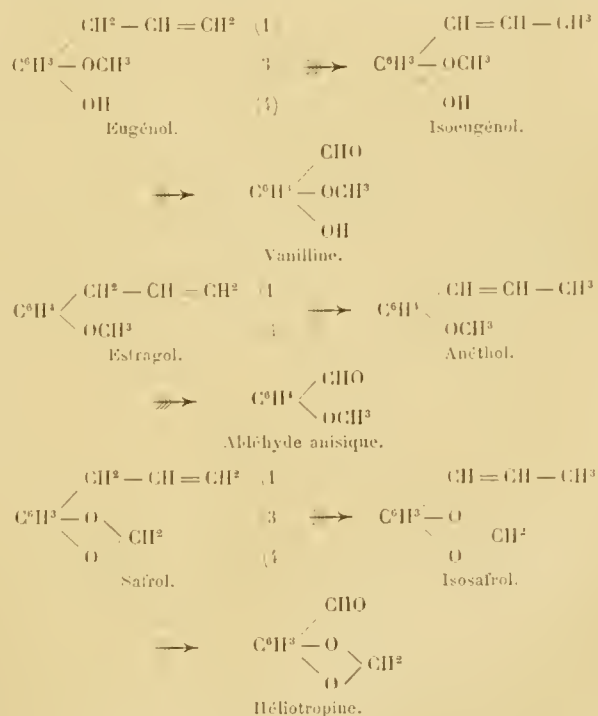
Tandis que l'isoestragol (anéthol) et son isomère, l'estragol, existent tous deux dans la Nature, l'eugénol et le safrol sont contenus dans les huiles essentielles à l'exclusion de leurs isomères propényliques.

Ces composés ont une importance considérable dans l'industrie qui nous occupe en ce moment, importance qui réside dans la possibilité de les transformer, par oxydation de la chaîne latérale C³H⁵, en aldéhydes qui constituent de véritables parfums : *vanilline*, *aldéhyde anisique* (aubépine), *pipéronal* (héliotropine). Mais on sait que les corps

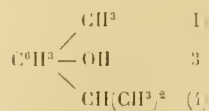
non saturés s'oxydent facilement avec rupture des chaînes à l'endroit d'une double liaison. Il en résulte que la transformation du groupement C³H⁵ en groupement aldéhydique CHO s'effectuera plus facilement sur un corps à chaîne propénylique que sur un corps à chaîne allylique. Il y aura donc intérêt à convertir l'eugénol et le safrol respectivement en isoeugénol et isosafrol, avant d'effectuer leur oxydation en vue de l'obtention de la vanilline et de l'héliotropine. Nous nous bornerons, pour le moment, à indiquer que cette transformation peut être effectuée à l'aide de la potasse alcoolique à l'ébullition.

Quant au composé propénylique, l'anéthol, qui conduit à l'aldéhyde anisique, il se trouve tout formé dans les essences de fenouil et d'anis, d'où il suffit de l'extraire.

Indiquons les relations qui existent entre les formules de structure des phénols et dérivés phénoliques dont nous venons de parler, et celles des aldéhydes auxquelles ils donnent naissance, aldéhydes dont nous aurons à nous occuper plus loin :



1. *Thymol*. — Le thymol :



se présente sous la forme de cristaux à odeur de thym, fusibles à 50-51°. Il bout à 232°. C'est de l'essence d'*Ajowan psychotis*, très riche en thymol (45-55 %), que l'on extrait industriellement ce

phénol, contenu aussi dans les essences de thym, de moutarde, de serpolet, etc.

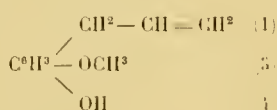
Le résidu de l'extraction du thymol est employé dans la savonnerie commune sous le nom de thymène.

Les semences d'*Ajowan* employées en Europe pour la préparation de l'essence proviennent notamment des Indes (Marwar et Rajputana). Les cristaux de thymol se séparent spontanément de l'essence; le reste est extrait comme il a été dit plus haut, c'est-à-dire au moyen d'une lessive de soude.

Le thymol est très employé comme antiseptique. Il sert aussi de matière première pour la préparation de l'aristol, $C^{20}H^{24}(OI)^2$, souvent préféré à l'iodoforme à cause de l'odeur désagréable que possède ce dernier corps. Il convient d'ajouter que le thymol est employé encore pour la préparation de savons médicaux.

Durant plusieurs années le prix du thymol a baissé d'une façon constante, pour atteindre une limite ne laissant plus au producteur que des bénéfices illusoire. Mais l'épidémie de peste qui a sévi dans le nord des Indes a ralenti considérablement l'arrivée d'*Ajowan* et déterminé la consommation sur place de cette matière première. Aussi le prix du thymol, qui, de 85 francs le kilo en 1876, était tombé à 19 francs en 1898, s'est-il sensiblement élevé en 1900 pour atteindre et même dépasser la valeur de 40 francs. Cette hausse va prendre fin et les prix ne vont tarder à fléchir par suite de nouveaux arrivages de semences d'*Ajowan*.

2. Eugénol. — L'eugénol :



est intéressant à un double point de vue : ce corps sert, en effet, à préparer, d'une part l'isoeugénol ou œillet artificiel, d'autre part la vanilline dont l'écoulement est considérable.

On l'extrait industriellement de l'essence de girofle en utilisant sa propriété, comme phénol, de se dissoudre dans une lessive de soude.

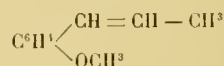
Les clous de girofle, qui servent à préparer l'essence, proviennent notamment des îles de Pemba et de Zanzibar. Les prix de cette matière première avaient fléchi d'une façon très sensible durant ces dernières années. Depuis la suppression de l'esclavage en 1897, dans les îles de Zanzibar et de Pemba, la main-d'œuvre fait défaut, et la production de giroffes tend à diminuer, si bien que les cours deviendront forcément plus tendus lorsque les stocks seront épuisés. Cette variation

aura une répercussion certaine sur le cours de l'eugénol.

L'eugénol est un liquide incolore ou jaunâtre, bouillant à 251-253°. Sa densité à 15° est de 1,072-1,074.

Chauffé avec la potasse alcoolique, il se transforme en isoeugénol.

3. Anéthol. — L'anéthol :

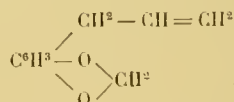


s'extrait des essences de fenouil et d'anis par simple refroidissement. On essore ensuite le produit concret. Il possède une odeur d'anis, bout à 228-229°, et fond à 21°-21°,5 (à 22°-22°,5 lorsqu'il a été fortement comprimé et soumis à la cristallisation dans l'éther de pétrole).

On l'emploie fréquemment pour la fabrication des liqueurs, et il sert, en outre, à préparer l'aldéhyde anisique ou aubépine.

4. Safröl. — Ce corps existe dans l'essence de saffras. On l'extrait industriellement de l'essence de camphre débarrassée du camphre. L'essence de camphre (*Laurus camphora*) est produite principalement par le Japon. En Europe, on en extrait le safröl par distillation fractionnée et refroidissement des portions bouillant entre 228 et 235°. Les produits à point d'ébullition inférieur (huile légère) sont utilisés dans la savonnerie; ils ont, en outre, la même application que l'essence de térébenthine. Les parties à point d'ébullition élevé (essence lourde) trouvent aussi leur emploi dans la savonnerie commune.

Le safröl :



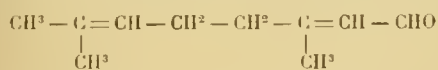
fond à +8° et bout à 232°. Il peut être converti en son isomère propénylique, l'isosafrol, qui, par oxydation, donne l'héliotropine. C'est en cela d'ailleurs que consiste l'application industrielle du safröl.

§ 3. — Aldéhyde.

Citral. — En 1888 les chimistes de MM. Schimmel et C^{ie} découvraient, dans l'essence de *Backousia citriodora*, une aldéhyde, le citral, qui ne devait pas tarder, grâce à la belle découverte de l'ionone (violette artificielle), à prendre dans la chimie des parfums une place prépondérante. Peu de temps après, les mêmes auteurs signalaient la présence du citral dans l'essence de citron, et M. Dodge montrait que cette aldéhyde se trouve abondamment

contenue dans l'essence de lemon grass ou verveine des Indes (*Androdron citratus*) qui est sa source industrielle.

Le citral peut prendre naissance par oxydation du linalol et du géraniol; il répond à la formule :



et existe sous deux formes stéréoisomériques.

L'extraction du citral s'effectue en mettant à profit la propriété qu'il possède, en sa qualité d'aldéhyde, de se combiner avec les bisulfites alcalins. Mais il faut bien tenir compte de ce que, indépendamment de la combinaison bisulfitique normale, $\text{C}^{11}\text{H}^{15}\text{CH}(\text{OH})(\text{SO}^2\text{Na})$, le citral peut donner, selon les conditions, d'autres produits d'addition avec le bisulfite de sodium, par fixation de la molécule de ce dernier corps sur les doubles liaisons : 1° le dihydrosulfonate stable, $\text{C}^{11}\text{H}^{17}(\text{SO}^2\text{Na})^2\text{CHO}$; 2° le dihydrosulfonate instable, $\text{C}^{11}\text{H}^{17}(\text{SO}^2\text{Na})^2\text{CHO}$; 3° l'hydromonosulfonate, $\text{C}^{11}\text{H}^{16}(\text{SO}^2\text{Na})\text{CHO}$.

On peut passer par l'intermédiaire de la combinaison bisulfitique normale, dont on lave ensuite les cristaux au moyen de l'éther; on décompose cette combinaison par addition de carbonate de sodium, de façon à remettre le citral en liberté.

On peut aussi, pour l'extraire, transformer le citral en dihydrosulfonate instable. Cette méthode présente l'avantage que la combinaison formée se dissout dans l'eau et peut être plus facilement lavée à l'éther qu'un produit solide. La mise en liberté du citral est effectuée par addition de soude.

Nous sortirions du cadre que nous devons imposer à notre travail en insistant davantage sur le côté expérimental de la question.

Le citral est surtout employé pour la préparation de l'ionone, cétone à odeur de violette. Aussi les envois d'essence de lemon grass provenant des côtes de Malabar, qui étaient d'environ 1.900 caisses de 7 kil. 5 en 1892-93, se sont-ils élevés l'année suivante (qui a suivi la découverte de l'ionone) à 2.300 caisses, pour atteindre 3.000 en 1896-97.

§ 4. — Cétone.

Ironone. — Tiemann et G. de Laire avaient entrepris, dès 1880, une série de recherches en vue d'isoler le principe odorant de l'essence d'iris et de le reproduire artificiellement. Pensant tout d'abord que l'odeur exquise de cette essence était due à un produit provenant d'un glucoside, l'*iridinine*, ils poursuivirent l'étude de ce corps; mais leurs prévisions ne furent nullement confirmées. Ce fut seulement en 1893 que Tiemann et Krüger, grâce au puissant concours que purent leur prêter les usines Haarmann et Reimer, et de Laire, parvinrent à isoler le vrai principe odorant de l'iris,

auquel ils donnèrent le nom d'*ironone*, et à préparer un isomère de ce corps, l'*ionone*, que nous étudierons plus loin.

L'ironone est accompagnée, dans l'essence d'iris, d'acides organiques, d'éthers de ces acides, d'alcools et de petites quantités d'aldéhydes. On élimine les acides par dissolution dans un alcali étendu, les éthers par saponification, les aldéhydes par oxydation au moyen des oxydants très faibles. Finalement, on purifie l'ironone en passant par son hydrazone que l'on isole facilement, grâce à sa faible volatilité avec la vapeur d'eau.

L'ironone répond à la formule $\text{C}^{13}\text{H}^{20}\text{O}$. Elle bout à 144° sous 16^{mm} et dévie de + 40° le plan de polarisation de la lumière sous une épaisseur de 100^{mm}. Sa molécule renferme un noyau hexagonal, une double liaison dans ce noyau et une autre liaison éthylénique dans une chaîne latérale.

Pratiquement, il n'y a pas intérêt à isoler l'ironone. Nous avons dû néanmoins ne point passer sous silence cette intéressante cétone, dont l'étude constitue l'introduction nécessaire à l'histoire de l'ionone.

III. — PARFUMS ARTIFICIELS.

Parmi les diverses substances exploitées dans l'industrie des parfums artificiels, nous ne pourrions étudier ici que les plus importantes au point de vue commercial; ce sont, d'ailleurs, celles qui présentent en même temps le plus grand intérêt scientifique.

Nous décrirons : 1° des *composés nitrés*, qui constituent la série des muscs artificiels; 2° des *alcools* (terpinéol, succédanés de l'essence de rose) et des *éthers* (acétate de linalyle, cinnamate de méthyle, anthranilate de méthyle); 3° une *phénol* (isoengénol) et des *éthers de phénols* (éthers méthylique et éthylique du β -naphthol); 4° des *aldéhydes* (aldéhyde benzoïque, aldéhyde phénylacétique, aldéhyde cinnamique, vanilline, aldéhyde anisique, pipéronal ou héliotropine); 5° une *cétone* (ionone); 6° enfin, une *lactone* (coumarine).

Cette énumération montre déjà que toutes les fonctions chimiques se trouvent représentées parmi les parfums. Jusqu'ici, il est matériellement impossible de signaler l'existence, chez les matières odorantes, de caractères et de groupements spécifiques. Il semble cependant que les éthers composés, dont le poids moléculaire n'est pas trop élevé, forment une série dans laquelle abondent les substances douées d'odeurs agréables. Les cétones et les aldéhydes non saturées occupent une place importante dans le catalogue des produits utilisables en parfumerie. Mais aucune des règles, d'ailleurs peu précises, que l'on pourrait être tenté

de formuler en ce qui concerne les relations entre la qualité odorante d'un corps et sa structure, ne posséderait une généralité suffisante. Tous les facteurs, jusqu'à l'isomérisie de position, interviennent en effet pour modifier l'odeur d'un corps. Parmi les substances déjà passées en revue, les composés propényliques possèdent des aromes plus suaves que leurs isomères allyliques; parmi les trois aldéhydes oxybenzoïques, l'aldéhyde ortho-oxybenzoïque (aldéhyde salicylique) seule possède une odeur agréable. La même remarque pourrait être faite en ce qui concerne la vanilline et l'iso-vanilline.

Il résulte de cette incertitude que les recherches que l'on peut tenter en vue de trouver de nouveaux composés odorants, ne pourront être guidées que par des considérations dues à de vagues analogies, à moins qu'on ne vise à la reproduction méthodique d'un principe naturel dont la structure est connue.

§ 4. — Composés nitrés : Muscs artificiels.

On sait depuis longtemps que, sous l'influence de l'acide nitrique, certaines substances organiques se transforment en produits doués d'une odeur musquée. Kopp rapporte que, dès 1759, Margraf avait obtenu, en traitant par l'acide nitrique l'huile provenant de la distillation de l'ambre, une résine appelée musc artificiel, à cause de son odeur. En 1878, M. E. von Gerichten relate que les cymènes chloro et bromonitrés ont une odeur de musc. En 1881, Kelbe décrit le trinitro-méta-cymène, et dit qu'il possède une odeur spéciale musquée.

En cherchant dans la littérature chimique, on trouve bon nombre d'autres indications relatives à cette odeur musquée dégagée par des produits nitrés, mais aucune substance chimique définie ne fut employée industriellement avant 1888, pour remplacer le musc naturel. Le 3 juillet de cette même année, M. A. Baur prit un brevet allemand pour un procédé de fabrication du musc artificiel.

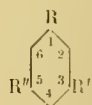
Il avait repris l'étude de l'essence de résine, dans laquelle M. Kelbe avait reconnu la présence du méta-pseudo-butyltoluène, et parvint à reproduire ce carbure artificiellement, et à le transformer ensuite, par nitration, en une substance possédant une très forte odeur de musc. C'était le premier musc artificiel dont la composition chimique fût parfaitement définie.

Quelques années plus tard, M. Mallmann découvrit un nouveau musc à fonction cétonique.

Le nombre des substances connues possédant une odeur de musc n'a pas tardé à s'accroître, et, à côté du résultat pratique, l'étude de ces corps a enrichi la Chimie organique d'un chapitre important : la défense des brevets, ainsi que le désir de trouver de nouveaux composés à odeur de musc,

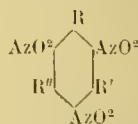
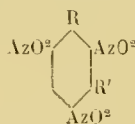
ont, en effet, suscité de la part de nombreux chimistes des travaux fort intéressants.

Les muscs artificiels sont des benzènes polysubstitués, trinitrés ou dinitrés. Leurs propriétés odorantes paraissent dues à la présence des groupements nitro (AzO^2) dans des molécules telles que les deux suivantes :

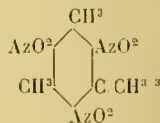
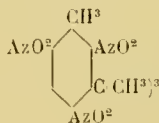


où R représente généralement le radical CH^3 ; R' l'un des groupements $C(CH^3)_3$, C^3H^{11} ou C^3H^7 ; R'' un reste alcoolique, généralement CH^3 , ou un groupe éther phénolique $O.C^mH^{2m+1}$.

Les groupements AzO^2 occupent, dans les muscs trinitrés, les positions symétriques 2, 4, 6 :

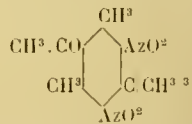
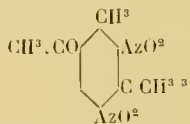


Parmi les muscs connus, les deux premiers en date, muscs Baur, ont été le trinitrobutyltoluène et le trinitrobutylxylène :



Le hasard a voulu qu'ils fussent aussi les deux plus importants, le second surtout, au point de vue industriel.

Si, dans les muscs trinitrés, on remplace un groupe AzO^2 par certains éléments ou radicaux, on obtient encore des muscs. Ces derniers constituent la série des muscs dinitrés à laquelle appartiennent, entre autres, les muscs Mallmann :



Disons un mot des muscs Baur. Parmi les muscs trinitrés, c'est le trinitro-pseudo-butylxylène qui est le plus employé.

On prépare tout d'abord le pseudo-butylxylène par la méthode de Friedel et Crafts (action du chlorure ou du bromure d'isobutyle sur le xylène en présence du chlorure d'aluminium), et on le nitre ensuite au moyen d'un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique à 15 % d'anhydride.

Le trinitro-pseudo-butyltoluène s'obtient de la même façon, en partant du toluène au lieu du xylène.

Ce sont des corps cristallisés. Le musc au xylène fond à 110°, le musc au toluène fond à 96-97°.

On les trouve dans le commerce mélangés avec une certaine proportion d'antifébrine (acétanilide), à cause de leur pouvoir odorant considérable.

Le dosage du musc dans un semblable mélange s'effectue très simplement. Il suffit de chauffer un poids connu du produit à étudier avec de l'acide chlorhydrique concentré : l'acétanilide se dissout, on extrait le musc par épuisement au moyen de l'éther, on sèche la solution éthérée, on évapore le dissolvant, et on pèse le résidu.

Nous croyons superflu d'insister sur les applications du musc artificiel. Son emploi dans la parfumerie et dans la savonnerie communes n'a dû échapper à personne. La parfumerie fine peut sans doute l'utiliser, mais à la condition de n'en faire qu'un usage des plus parcimonieux, et de l'employer en même temps qu'une certaine proportion de musc naturel, produit dont la suavité est bien connue.

§ 2. — Alcools et éthers.

1. *Terpinéol*. — Le terpinéol s'obtient par l'action de l'acide sulfurique étendu sur l'hydrate de terpine, qui prend naissance lui-même par hydratation de l'essence de térébenthine. Cette essence est constituée presque exclusivement par un hydrocarbure $C^{10}H^{16}$ connu sous le nom de pinène ou térébenthène. Sous l'action de l'acide nitrique, le pinène se transforme en hydrate de terpine $C^{10}H^{20}O, H^2O$.

Pour convertir l'hydrate de terpine en terpinéol, il suffit de le dissoudre dans l'eau bouillante, d'ajouter un acide dilué et d'entraîner le produit formé au moyen de la vapeur d'eau.

On obtient un produit liquide, formé d'une petite proportion d'hydrocarbures $C^{10}H^{16}$ (terpènes), et d'un mélange d'isomères $C^{10}H^{18}O$, parmi lesquels on trouve un terpinéol fusible à 35°, et un terpinéol fusible à 32-33°. Le terpinéol cristallisé peut être extrait par distillation fractionnée et refroidissement.

Le terpinéol possède une odeur agréable qui le fait employer pour la préparation du syringua, du lilas, du muguet, du gardénia. La savonnerie en fait une consommation considérable, étant donné le bas prix auquel est tombé ce produit.

2. *Succédané de l'essence de rose*. — Les essences de géranium de diverses origines renferment un mélange de deux alcools : le *géraniol* $C^{10}H^{18}O$ et le *rhodinol* $C^{10}H^{20}O$, mélange qui possède une odeur assez agréable et qui a été lancé dans le commerce, sous des noms divers (rhodinol de M. Monnet, réuniol de M. Heine, etc.), comme succédané de l'essence de rose.

M. Monnet prépare son « rhodinol » en saponifiant les éthers contenus dans l'essence de géranium, fractionnant dans le vide l'essence saponifiée, éthérifiant les alcools de façon à les rendre plus facilement séparables, par distillation fractionnée, des produits qui les accompagnent, enfin, en saponifiant les éthers purifiés.

Pour extraire son « réuniol », M. Heine fait application de la méthode de M. Haller pour la purification des alcools terpéniques, en employant l'acide camphorique.

3. *Acétate de linalyle* (bergamiol). — On peut l'obtenir en abandonnant pendant quelques heures à la température ordinaire un mélange de linalol et d'acide acétique en présence d'une petite quantité d'acide sulfurique concentré. On ajoute ensuite de l'eau, et l'on fractionne dans le vide l'huile précipitée dans ces conditions.

Il se forme en réalité un mélange d'éthers du linalol, du géranol et du terpinéol. Le linalol possède, en effet, la propriété de s'isomériser sous l'influence des acides.

Une autre méthode consiste à transformer le linalol en son dérivé sodé, et à traiter ensuite celui-ci par l'anhydride acétique.

L'acétate de linalyle est quelquefois employé comme succédané de l'essence de bergamotte.

4. *Cinnamate de méthyle*. — Ce produit, doué d'une odeur assez agréable, possède la propriété de fixer les parfums. On l'obtient en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sec dans une solution d'acide cinnamique dans l'alcool méthylique.

Quant à l'acide cinnamique :

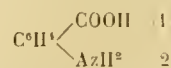


on peut l'extraire du styrax ou le préparer artificiellement en partant de l'aldéhyde benzoïque.

Le cinnamate de méthyle fond à 35-36° et bout vers 263°.

5. *Anthranilate de méthyle*. — Ce composé a été signalé pour la première fois, il y a trois ans, par M. Gildemeister dans l'essence de fleurs d'oranger. Il possède une odeur rappelant un peu celle de cette fleur; mais son emploi est assez restreint.

On peut l'obtenir en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique dans une solution d'acide anthranilique :



dans l'alcool méthylique, chauffant le produit et décomposant par un alcali le sel d'anthranilate de

méthyle ainsi formé. C'est un produit fusible à 24-25°.

§ 3. — Phénols et éthers de phénols.

1. *Isoeugénol*. — Ce corps est employé dans la parfumerie et la savonnerie sous le nom d'œillet artificiel, mais il sert surtout à la préparation de la vanilline. On l'obtient en chauffant vers 140° l'eugénol et la potasse en solution dans l'alcool amylique, ou dans tout autre dissolvant susceptible de dissoudre à la fois l'eugénol et la potasse, à condition que le mélange bouille entre 90° et 150°.

On peut encore employer l'amylate de sodium ou opérer l'isomérisation au moyen de la potasse en fusion.

L'isoeugénol bout à 258-262°, et donne, par refroidissement, des aiguilles fusibles à 34°.

Le parfum de l'isoeugénol s'allie très bien à celui de la rose.

2. *Ethers méthylique et éthylique du β-naphtol*. — Ces corps, doués d'une odeur extrêmement pénétrante, sont connus, le premier sous les noms de yara ou de néroline, le second sous le nom de bromélia.

Le yara, $C^{10}H^7OCH^3$, s'obtient par l'action de l'iodure de méthyle sur le β-naphtol sodé en présence de l'alcool méthylique.

Le bromélia, $C^{10}H^7OC^2H^5$, se prépare d'une façon analogue.

Ces produits sont employés dans la savonnerie commune et entrent dans la composition des eaux de Cologne des qualités très inférieures.

§ 4. — Aldéhydes.

1. *Aldéhydes benzoïque, phénylacétique et cinnamique*. — L'aldéhyde benzoïque, $C^6H^5.CHO$, ou essence d'amandes amères artificielle, peut être préparée par le procédé classique dû à Grimaux et Lauth, qui consiste à oxyder le chlorure de benzyle $C^6H^5-CH^2Cl$. Cette méthode laisse subsister une certaine proportion de produits chlorés dans le noyau benzénique, exerçant sur le parfum une influence nuisible.

Pour remédier à cet inconvénient, la Société chimique des Usines du Rhône a fait breveter un procédé consistant à oxyder directement le toluène au moyen du peroxyde de manganèse en solution acide.

L'aldéhyde benzoïque sert à préparer l'aldéhyde et l'acide cinnamiques; elle est très employée en savonnerie.

L'aldéhyde phénylacétique ou α-toluique, $C^6H^5-CH^2-CHO$, s'obtient par l'action de l'acide sulfurique soit sur l'acide phényloxyacrylique, soit sur l'acide

phényllactique, soit sur le glycol styrolénique. Elle se prépare encore à l'aide de l'acide phénylchlorolactique.

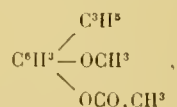
M. Erdmann a récemment fait breveter un procédé permettant d'obtenir cette aldéhyde par décomposition, au moyen de la chaleur seule ou de l'eau, de la β-lactone de l'acide α-oxyphénylpropionique.

L'aldéhyde phénylacétique est employée dans la parfumerie et la savonnerie sous le nom de *jacinthe*.

Quant à l'aldéhyde cinnamique, $C^6H^5-CH=CH-CHO$, principe odorant de la cannelle, elle s'obtient artificiellement par condensation de l'aldéhyde benzoïque avec l'aldéhyde éthylique en présence de la soude.

2. *Vanilline*. — La vanilline, principe odorant de la vanille, dérive de l'eugénol, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut. Nous avons fait remarquer que l'oxydation de la chaîne propénylique de l'isoeugénol se fait dans de meilleures conditions que celle de la chaîne allylique de l'eugénol. Pour obtenir de bons rendements en vanilline, il faut avoir soin de protéger, avant d'effectuer l'oxydation, le groupement phénolique libre OH .

C'est ainsi que M. G. de Laire fit breveter, en 1876, une méthode consistant à oxyder l'acétyl-eugénol :

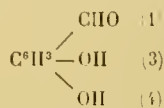


et que, en 1890, MM. Haarmann et Reimer et M. de Laire prirent des brevets pour l'emploi de l'acétyl-isoeugénol ou du benzoyl-isoeugénol. L'oxydation s'effectue alors au moyen du permanganate. On obtient ainsi l'acétovanilline ou la benzoylvanilline, qu'il suffit de dédoubler par la potasse ou la chaux pour obtenir la vanilline.

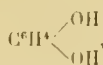
Tout récemment, M. Verley a proposé de bloquer le groupement phénolique en transformant l'eugénol en acide eugénol-sulfurique et celui-ci en acide isoeugénol-sulfurique.

En 1895, MM. Otto et Verley ont réussi à éviter de bloquer le groupement phénolique, c'est-à-dire à opérer directement sur l'eugénol ou l'isoeugénol, en employant l'ozone comme agent d'oxydation.

On peut encore obtenir la vanilline en partant : soit de l'aldéhyde protocatéchique :



(procédé de la Société chimique des Usines du Rhône, 1895), soit des aldéhydes para et méta-oxybenzoïques, soit de la pyrocathéchine :



soit enfin du gaiacol :

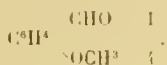


Une lutte formidable s'est engagée sur le terrain industriel au point de vue de la production de la vanilline. Aussi, tandis que le prix de ce produit était de 8.800 francs en 1876, de 2.000 francs en 1880, de 875 francs entre 1885 et 1890, et se maintenait encore au-dessus de 700 francs jusqu'en 1895, sa valeur descendit brusquement à 157 francs en 1897, à 125 francs en 1898, à 115 francs en 1899. Actuellement, le prix du kilo de vanilline oscille entre 75 et 110 francs !

On peut constater que l'emploi de l'ozone comme agent d'oxydation a été l'une des causes qui ont le plus contribué à l'avisement des prix.

La vanilline fond à 80-81°. Ses applications sont fort nombreuses : la parfumerie, la savonnerie, la pâtisserie, la biscuiterie, la chocolaterie, etc., en font un usage constant, sans pour cela que les applications de la vanille naturelle aient été restreintes.

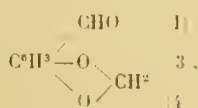
3. *Aldéhyde anisique (aubépine)*. — L'aldéhyde anisique :



s'obtient en oxydant l'anéthol au moyen du bichromate de potassium et de l'acide sulfurique, ou bien encore au moyen de l'ozone.

Cette aldéhyde entre dans la composition de certains bouquets. C'est, en particulier, la base des extraits d'aubépine et de foin coupé.

4. *Pipéronal ou héliotropine*. — En chauffant le safrol soit avec la potasse alcoolique, soit avec le méthylate de sodium, on obtient l'isosafrol, que l'on transforme en héliotropine :



par oxydation soit au moyen du bichromate de potassium et de l'acide sulfurique, soit au moyen de l'ozone.

Le pipéronal fond à 37° et bout à 263°. Il sert de base aux parfums d'héliotropes et s'emploie fréquemment à l'état de mélange avec la vanilline (héliotropine amorphe). Le prix de l'héliotropine a baissé avec une rapidité considérable, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

ANNÉES	PRIX DU KILO d'héliotropine	
	fr.	°
1879	3.790	°
1881	2.500	°
1883	1.250	°
1885	750	°
1887	500	°
1889	450	°
1891	312	°
1893	150	°
1895	75	°
1897	45	°
1899	37 50	
1901	36	°

Le prix actuel de 36 fr. le kilo ne laisse plus de bénéfice sensible au fabricant.

§ 5. — Cétone

Ionone. — Après avoir découvert le principe odorant de la racine d'iris, Tiemann et Krüger songèrent à le reproduire artificiellement. Ils pensèrent que cette cétone, de la formule C¹³H²⁰O, pouvait s'obtenir en condensant une aldéhyde en C¹⁰ avec l'acétone ordinaire CH³.CO.CH³. Les chimistes de MM. Schimmel et C^{ie} venaient précisément de découvrir le citral, aldéhyde de la formule C¹⁰H¹⁶O. La condensation de cette aldéhyde avec l'acétone ordinaire devait fournir une cétone C¹³H²⁰O d'après l'équation :



Tiemann et Krüger obtinrent bien, en procédant ainsi, la cétone C¹³H²⁰O prévue théoriquement, mais ce corps ne possédait nullement le parfum de l'ionone. Ayant reconnu que le principe odorant de la racine d'iris n'appartenait pas à la série acyclique, ils eurent l'heureuse idée de soumettre la cétone qu'ils avaient obtenue, et à laquelle ils donnèrent le nom de *pseudo-ionone*, à l'action d'un agent isomérisant, l'acide sulfurique. Un isomère cyclique prit naissance qui reçut le nom d'*ionone* et possédait une odeur rappelant celle de la violette.

Depuis, il a été reconnu que l'ionone commerciale est un mélange de deux isomères, l' α -ionone et la β -ionone, qui ne diffèrent que par la position d'une double liaison dans leur noyau hexagonal. L'une d'elles, l' α -ionone, prend naissance en quantité prédominante quand on isomérisé la pseudo-ionone au moyen de l'acide sulfurique étendu ; si l'on emploie, au contraire, l'acide concentré, c'est surtout la β -ionone qui se forme.

C'est en 1893 que les Sociétés de Laire et C^{ie} d'une part, Haarmann et Reimer d'autre part, commencèrent l'exploitation du brevet Tiemann, relatif à l'ionone.

Il devint aussitôt nécessaire, pour la défense des brevets, de pousser jusque dans ses plus obscurs recoins l'histoire des dérivés du citral et de l'ionone.

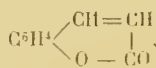
Aussi, aux résultats pratiques que nous venons de signaler, ne tardèrent pas à s'ajouter d'importants résultats scientifiques. Nous avons d'ailleurs la ferme conviction que l'étude de cet intéressant chapitre de la chimie des matières odorantes réserve encore bon nombre de découvertes.

L'emploi de l'ionone ne tarda pas à se généraliser, grâce à la façon heureuse dont ce corps seconde la violette naturelle, grâce aussi et surtout aux exquis bouquets que surent créer, à l'aide de ce nouveau produit, les parfumeurs habiles et raffinés dans leur art qui en firent les premiers l'application.

On trouve dans le commerce la solution alcoolique de l'ionone au 1/10 au prix de 1.000 francs le kilog.

§ 6. — Lactone.

Coumarine. — La coumarine :



est le principe odorant de la fève tonka. On l'extrait industriellement, au moyen d'un dissolvant volatil, des feuilles de *Liatris odoratissima*, végétal originaire de la Virginie, de la Floride et de la Caroline.

On l'obtient aussi artificiellement en partant de l'aldéhyde salicylique et de l'anhydride acétique.

Durant ces dernières années, les stocks de *Liatris* s'étaient épuisés, et l'on dut avoir recours au procédé artificiel pour la production de la coumarine. Mais actuellement on dispose de nouvelles quantités de matière naturelle. Si l'on tient compte, en même temps, de la hausse subie par le prix du phénol qui sert à préparer l'aldéhyde salicylique, on sera forcé de conclure que la méthode consistant à extraire la coumarine du *Liatris* est actuellement plus avantageuse que le procédé synthétique.

La coumarine fond à 67°. Son prix a subi une baisse sensible depuis 1880. On l'emploie en parfumerie et surtout en savonnerie : elle entre, en particulier, dans la composition du parfum connu sous le nom de « New-mown hay ».

IV. — INFLUENCE DE L'INDUSTRIE DES PARFUMS ARTIFICIELS SUR L'AVENIR DE L'INDUSTRIE DES PARFUMS NATURELS.

Encore que très succinct, cet exposé suffira pour mettre en lumière les ressources scientifiques formidables dont a su disposer l'industrie des parfums artificiels.

On peut se demander si une aussi puissante rivale ne menace pas d'une façon constante l'avenir de cette belle industrie des parfums naturels dont Grasse, la terre des fleurs, a conservé le monopole.

Nous avons encore le souvenir précis des inquiétudes qui, au lendemain de la découverte de l'ionone, vinrent assombrir les espérances fondées, par les laborieuses populations agricoles de l'arrondissement de Grasse, sur la culture de la violette. Après avoir vu leur échapper les bénéfices que leur ménageaient jadis d'abondantes récoltes d'olives, ces cultivateurs avaient fait l'avance de leur travail et de leurs modestes ressources en plantant des violettiers à l'abri des oliviers qui semblent devoir rester désormais stériles ! Et l'on était en droit de se demander s'il n'allait pas se produire ce que l'on avait vu dans l'industrie des matières colorantes, où la Chimie, par ses merveilleuses méthodes de synthèse, est arrivée à réaliser les mêmes assemblages d'atomes que la vie végétale, remportant ainsi sur la Nature une victoire qui a eu pour conséquence la ruine d'industries agricoles, le bouleversement de la situation économique de plusieurs régions.

Mais les événements n'ont pas tardé à montrer que ces craintes étaient sans fondement.

L'industrie des parfums naturels devait se dérober à ces lois perturbatrices, et ce n'est nullement au prix de la ruine de cette industrie que celle des parfums artificiels a dû le développement considérable dont témoigne l'abondance des produits décrits dans les pages qui précèdent.

On a pu voir, au contraire, cette industrie nouvelle des parfums artificiels naître et se développer non seulement sans porter le moindre préjudice à celle de Grasse, mais encore en aidant à son évolution progressive. La Nature conservait en effet le monopole des fines odeurs, tandis que l'art du chimiste créait des produits odorants, manquant il est vrai de discrétion, mais d'un prix peu élevé, et permettant par suite de préparer des compositions à la portée d'une clientèle modeste. De nouveaux besoins sont nés de la possibilité de les satisfaire, si bien que l'usage des parfums s'est répandu dans toutes les classes de la société. L'emploi des matières odorantes artificielles nécessitant celui d'une certaine proportion de produits naturels, il en est immédiatement résulté que ceux-ci ont trouvé des débouchés nouveaux dans la parfumerie commune, tout en restant la base des compositions les meilleures.

C'est en particulier pour cette raison que, depuis l'apparition de l'ionone, c'est-à-dire depuis bientôt huit ans, la consommation des fleurs de violette a sensiblement augmenté chez tous les fabricants : il en est même chez lesquels elle a plus que triplé.

Et ces deux industries, rivales en apparence, sont en réalité solidaires dans la voie du progrès, et également prospères.

Eugène Charabot.
Docteur ès sciences.

LA PRESSION OSMOTIQUE EN PHYSIOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE : ABSORPTION INTESTINALE ET SÉCRÉTIONS GLANDULAIRES

I. — ABSORPTION DANS L'INTESTIN ET LES CAVITÉS SÉREUSES.

Après l'analyse, que nous avons faite dans un premier article ¹, des conditions de l'équilibre des liquides dans les mailles des tissus, il est plus facile de se rendre compte des facteurs qui règlent l'absorption des liquides salins ou autres introduits dans les cavités naturelles du corps : cavités coelomiques, plèvre, péritoine, ou cavité intestinale.

Ici encore ce furent des travaux d'Heidenhain sur l'absorption intestinale qui ouvrirent le débat. Dans un mémoire, paru en 1894, Heidenhain ² élève contre une théorie de l'absorption intestinale des solutions salines, basée uniquement sur les principes de la diffusion, les objections suivantes :

1^o Si, dans une anse intestinale de chien, on introduit le sérum d'un autre chien, c'est-à-dire un liquide complètement isotonique avec le sang du premier animal, il y a néanmoins absorption de l'eau et des sels de ce sérum. Or, dit Heidenhain, quand, dans un dialyseur, on place le même liquide des deux côtés de la membrane, il ne se produit aucun mouvement osmotique. Il faudrait donc, d'après les lois strictes de l'osmose, que le sérum ne fût pas absorbé.

2^o Si l'on introduit dans l'intestin d'un chien une solution contenant de 0,3 à 0,4 % (moins de 0,6 % à 0,7 %) de chlorure sodique, il existe au début de l'absorption une disparition concomitante du sel et de l'eau (celle-ci en plus grande quantité). Or, le sang contenant 0,65 % de sel marin, il faudrait, dit Heidenhain, si l'absorption obéit aux lois de l'osmose, que le sang cédât au début une partie de son chlorure sodique au liquide intestinal, alors que c'est le contraire qui s'effectue.

Si, d'autre part, la solution introduite est hypertonique (1,2 % à 1,5 %), l'absorption porte également dès le début sur le sel et l'eau (plus forte pour le sel), tandis que les lois de l'osmose exigeraient un passage préalable de l'eau du sang vers l'intestin.

3^o Si l'on ajoute aux liquides salins des doses faibles d'un poison de l'épithélium intestinal, de fluorure de sodium, les conditions de la double absorption se rapprochent davantage des phénomènes de diffusion.

4^o De deux substances cristalloïdes, le sulfate de sodium et le sucre, dont les coefficients de diffusion sont entre eux comme 1,15 et 1,2, la première est résorbée 10 fois moins rapidement que la seconde (Röhmnn), ce qui indiquerait une indépendance absolue des deux ordres de choses.

Heidenhain conclut que, lors de l'absorption des solutions salines, il faut tenir compte (à côté des phénomènes osmotiques, d'une intervention active des cellules vivantes de la paroi intestinale, intervention dont la nature nous échappe.

A ces déductions théoriques, si bien échafaudées, Hamburger ³ opposa l'expérience. Il reprit les essais de Heidenhain sur des chiens *morts* depuis plusieurs heures (24 heures dans certains cas, etc...) il obtint les mêmes résultats que Heidenhain. L'intestin mort absorbait les solutions salines hyper et hypotoniques, le mode d'absorption dans l'intestin mort était identiquement celui de l'intestin vivant.

Avant de pousser plus loin l'analyse de ces phénomènes, il est intéressant de voir ce qui se passe dans l'absorption des liquides salins introduits dans les cavités séreuses.

Ce fut Orlow, élève de Heidenhain, qui eutama la question, bientôt suivi par Hamburger, Leathes et Starling. Comme l'avoue Orlow ⁴, qui tâche cependant de leur appliquer une explication vitaliste, les données de l'expérience plaident ici éloquemment en faveur d'une explication purement physique des phénomènes. Introduites dans les cavités séreuses, les solutions hypotoniques se concentrent rapidement par perte d'eau, jusqu'à ce qu'elles aient atteint le titre osmotique *absolu* du sérum sanguin (équivalent à une solution de 0,9 % de chlorure sodique). Dès ce moment leur absorption se continue beaucoup plus lentement. Les solutions hypertoniques se diluent à la faveur d'une sortie d'eau du sang, de façon à se mettre également en équilibre osmotique absolu avec le sang, puis leur absorption se fait comme dans le premier cas. Hamburger ³, Leathes et Starling ⁴ sont arrivés aux mêmes résultats. De plus, ces auteurs ont montré que l'adjonction de fluorure sodique aux solutions introduites dans les cavités viscérales n'a pas d'influence sur l'absorption.

¹ HAMBURGER : *Archiv für Physiologie* 1895, p. 428.

² ORLOW : *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LIX, 1894.

³ HAMBURGER : *Archiv für Physiologie*, 1895, p. 281 ; 1896, p. 36, 302.

⁴ LEATHES et STARLING : *Journal of Physiology*, 1895.

¹ Voyez la *Revue* du 30 mai 1901, t. XII, p. 459 et suiv.

² HEIDENHAIN : « Neue Versuche über die *Aufsaugung im Dunndarm* ». *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LVI, p. 519, 1894.

Il en est de même, d'après Hamburger, pour les détériorations causées par d'autres agents chimiques, par la chaleur, comme aussi par la mort.

La régulation de la pression osmotique entre le liquide injecté et le plasma du sang se fait surtout, d'après les recherches précitées, par une sortie ou une entrée rapide de l'eau du sang.

D'après les lois de l'osmose, elle devrait se faire ainsi, en partie tout au moins, par une entrée ou une sortie de sel. Celle-ci se fait effectivement; mais faiblement, et ce sont les mouvements du liquide qui règlent surtout l'équilibration de la pression osmotique. Cette constatation a sa valeur en ce qu'elle nous révèle une des propriétés osmotiques de la paroi de ces cavités : celle-ci est beaucoup plus facilement perméable à l'eau qu'au sel. Et, sous ce rapport, elle se comporte comme le simple endothélium vasculaire.

Cette rapidité plus grande d'absorption pour l'eau que pour la substance dissoute dans l'eau n'est nullement obligée. Il se peut parfaitement que la pénétration se fasse tout aussi rapidement ou plus rapidement.

On ne conçoit l'action instantanément destructive d'une solution d'urée à 10 % sur des hématies, qu'en admettant une rapidité de pénétration de l'urée au moins aussi grande que celle de l'eau. Les agents d'hémolyse qui pénètrent lentement, comme la glycérine ou mieux encore l'érythrite, ne provoquent la globulolyse qu'au bout de quelques minutes ou même de quelques heures (Hedin). Et Höber¹ a montré que des solutions hypertoniques de chlorure ammoniacal, d'urée et surtout d'alcool introduites dans une anse intestinale de chien peuvent devenir hypotoniques. C'est ainsi qu'une solution d'alcool, ayant un point de congélation de $-0^{\circ},689$ lors de son introduction dans l'intestin se congelait à $-0^{\circ},433$ après un séjour de vingt minutes, le point de congélation du sérum étant de $-0^{\circ},575$. Il s'était donc produit dans ce cas, une forte dépression osmotique dans l'intestin, provenant de la perméabilité plus grande de la paroi intestinale pour l'alcool que pour l'eau et pour les sels du plasma. Dépression osmotique qui n'était en rien la conséquence d'un processus vital, comme on pourrait l'objecter, puisqu'on peut en produire d'aussi considérables dans un boyau de parchemin (Höber).

Ce qui décidera du plus ou moins de rapidité de l'absorption d'une solution, *ce sera donc non pas sa concentration, mais sa pénétrabilité à travers la cloison vivante que la solution baigne*. La muqueuse

intestinale se comporte tout autrement sous ce rapport que les séreuses. Elle est beaucoup plus perméable au chlorure sodique que celles-ci, comme le prouve la rapidité d'absorption beaucoup plus grande des solutions hypertoniques de ce sel et la tendance faible à l'équilibration osmotique, qui est à peine ébauchée. Au contraire, les sulfates alcalins la traversent beaucoup moins aisément; aussi des solutions faiblement hypertoniques de ces sels se mettent en équilibre osmotique complet, par sortie d'eau du sang, avant d'être absorbées (Kövesi)¹. On conçoit dès lors très bien que toute cause qui diminuera la vitesse d'absorption, laissera aux phénomènes osmotiques plus de temps pour se produire. C'est l'explication toute simple de l'action du fluorure de sodium sur la résorption du chlorure sodique dans l'intestin.

Dans le même ordre d'idées, Wallace et Cushny² ont mis en lumière la grande différence de perméabilité de la muqueuse intestinale pour toute une série de sels sodiques tant inorganiques qu'organiques. Cette facilité d'absorption plus ou moins grande peut être mise en parallèle avec le pouvoir purgatif des sels. C'est la mise au point de l'ancienne théorie de Liebig, attribuant à des phénomènes d'osmose l'action des purgatifs salins.

Comme on le voit, il ne reste plus grand chose des arguments de Heidenhain. L'absorption des liquides salins dans l'intestin ou dans les plèvres est un phénomène de même ordre que la résorption des liquides épanchés artificiellement ou naturellement dans les tissus. Et il faut s'expliquer la résorption finale de tous les liquides introduits dans la cavité intestinale par les mêmes processus physiques que ceux qui amènent, d'après Starling, la résorption par les capillaires veineux des liquides transsudés par les capillaires artériels, empêchent la formation de lymphes dans les membres, s'opposent à la transsudation à la surface des muqueuses et assurent la vacuité des cavités séreuses.

Nous avons analysé à ce propos la grande importance de la pression à l'intérieur des capillaires, contrebalancée en partie par la pression des tissus eux-mêmes.

Dans l'intestin vivant, l'étude de ce dernier facteur prend une importance spéciale, à raison de l'intervention de la pression abdominale, des contractions péristaltiques de l'intestin et du jeu des villosités intestinales, qui peuvent agir à l'instar de petites pompes aspirantes sur le contenu intestinal. Hamburger a mis nettement en lumière la grande importance de la pression intra-intestinale.

¹ HÖBER : *Archiv für die gesamte Physiologie*, 1898, t. LXX, p. 624; 1899, t. LXXIV, p. 225 et 246.

Voir aussi :

LAZARUS-BARLOW : The initial rate of Osmosis. *Journal of Physiology*, t. XIX, p. 140-166; t. XX, p. 145-157.

¹ KÖVESI : *Centralblatt für Physiologie*, t. XI, p. 353, 1897.

² WALLACE et CUSHNY : *American Journal of Physiology*, t. I; et *Archiv für die gesamte Physiologie*, t. LXXVI.

Par des différences très faibles de celle-ci produites expérimentalement, il provoqua des différences notables dans la vitesse d'absorption d'une même solution. En glissant dans une anse intestinale une carcasse métallique de même forme, qui lui tint lieu de sonnette, il a pu supprimer complètement la pression intra-intestinale dans cette anse. S'il y introduisait une solution isotonique de chlorure sodique, celle-ci y restait indéfiniment, sans augmenter ni diminuer de volume. Il suffisait pour provoquer un début d'absorption d'une pression de 0,5 centimètres d'eau salée.

La conclusion de tous ces travaux, continués et étendus dans de nombreuses recherches récentes, est nette : il est légitime de dire actuellement que l'absorption des cristaalloïdes dans les cavités intestinale et coelomique peut être expliquée dans tous ses détails par la seule mise en œuvre de facteurs physiques, sans intervention d'une action vitale quelconque des parois de ces cavités.

L'étude de l'absorption des graisses a pris dans ces dernières années une impulsion nouvelle. C'est cependant une opinion encore classique aujourd'hui que les graisses sont absorbées à l'état d'émulsion. Ce genre de pénétration d'une substance dans l'épithélium intestinal ne se conçoit pas, si l'on n'admet une intervention active des cellules de l'épithélium. En effet, il résulte des recherches de tous les auteurs qui se sont occupés de la question, que la paroi intestinale est absolument imperméable à toutes les substances finement pulvérulentes, telles que carmin, lycopode, encre de Chine, qu'on introduit dans l'intestin, en suspension dans un liquide. Si donc exception est faite pour les gouttelettes d'une émulsion grasseuse, ce doit être par suite d'un pouvoir électif des cellules de la muqueuse intestinale. On a voulu faire jouer aux leucocytes le rôle d'agents préhenseurs des gouttelettes grasseuses. Mais il est prouvé aujourd'hui que la plus grande partie, sinon la totalité de la graisse absorbée, passe par les cellules épithéliales.

Dans ces dernières années, plusieurs travaux ont paru, dont les résultats plaident en faveur d'une tout autre conception du mécanisme d'absorption des graisses, et deux auteurs anglais, Moore et Rockwood, ont montré la possibilité et même la probabilité d'une absorption totale des graisses à l'état dissous, après saponification complète préalable. En raison du caractère particulier du sujet et de la copieuse littérature qu'il comporte, il est impossible d'entrer ici dans les détails du débat, qui se continue d'ailleurs, très animé, entre les défenseurs de l'une et de l'autre théorie. Dans deux articles très documentés, Pflüger vient d'en résumer les données, et conclut catégo-

riquement en faveur d'une absorption exclusive des corps gras à l'état dissous¹.

Les albuminoïdes aussi traversent la paroi intestinale à l'état dissous et bien que l'intestin ne renferme, à chaque instant de la digestion, que de faibles quantités de peptones, la quantité de celles-ci dépasse toujours notablement celle des albuminoïdes simplement dissous (Schmidt-Mühlheim)². Et comme, d'autre part, les peptones sont absorbées beaucoup plus rapidement par l'intestin que les albuminoïdes solubles (Friedländer)³, il faut bien admettre que de loin la majeure partie, sinon la totalité des substances protéiques ingérées sont peptonisées dans le cours de la digestion normale avant de pénétrer dans la muqueuse digestive. S'il en est ainsi, il suffit, pour produire l'absorption des graisses et des albuminoïdes, des simples lois de la diffusion; et il n'est nul besoin pour l'expliquer de supposer que les cellules vivantes qui forment l'épithélium déploient une activité vitale quelconque qui les rendrait momentanément plus spécialement perméables à telle catégorie de substances plutôt qu'à telle autre. Seulement, à peine absorbées, tant graisses (acides gras ou savons) que peptones, subissent de profondes modifications: les premières sont transformées en glycérides, les secondes en albuminoïdes plus complexes. Cette élaboration est, quant à elle, conséquence d'une action vitale, et l'on peut concevoir qu'elle a sur l'absorption des graisses et des albuminoïdes une influence indirecte, mais de haute importance. En effet, les substances absorbées étant transformées, grâce à elle, à mesure de leur pénétration, leur concentration doit rester très basse dans l'intérieur des cellules de la muqueuse; l'équilibre de teneur n'est donc jamais atteint entre le contenu de l'intestin et le contenu des cellules, et la diffusion se poursuit jusqu'à épuisement complet du liquide intestinal.

C'est par un mécanisme analogue que Pfeffer⁴ explique le pouvoir que possèdent certaines cellules végétales vivantes d'emmagasiner de grandes quantités de substances colorantes. Ainsi les cellules épidermiques des racines de *Lemma minor* absorbent le bleu de méthylène d'une solution aqueuse à 0,001 %, avec une énergie telle qu'après 1 à 3 heures la concentration de la solution intra-cellulaire est de 1 %. Il existe à l'intérieur de la cellule vé-

¹ PFLÜGER : Ueber die Gesundheitschädigungen welche durch den Genuss von Pferdefleisch verursacht werden. *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXXX, 1900.

10. : Der gegenwärtige Zustand der Lehre von der Verdauung und Resorption der Fette. *Ibidem*, t. LXXXII, 1900.

² SCHMIDT-MÜHLHEIM : Verdauung der Eiweisskörper. *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1879.

³ FRIEDLÄNDER : *Zeitschrift für Biologie*, t. XXXIII.

⁴ PFEFFER : *Pflanzenphysiologie*.

gétale des substances telles que des tannins, de la phloroglucine ou d'autres composés inconnus, formant avec la matière colorante des combinaisons solubles ou insolubles, pour lesquelles la membrane cellulaire est imperméable. Cette formation incessante aux dépens de la matière colorante de composés non diffusibles équivaut, au point de vue osmotique, à une destruction de celle-ci, et, tant qu'elle se produira dans la cellule, il y entrera de nouvelles quantités du colorant.

C'est l'analogie complète de la fixation extrêmement rapide de l'anhydride carbonique d'une atmosphère confinée par un bâton d'hydrate de potassium, que l'on y introduit. Cette combinaison (dont la nature intime peut être variable d'un cas à l'autre) d'un élément pénétrant la cellule avec certains constituants de celle-ci, dont le produit est une substance non diffusible, joue probablement un grand rôle dans les processus de nutrition de la cellule, en ce qu'il permet à celle-ci d'accumuler dans son intérieur de grandes réserves nutritives non diffusibles, sans grande augmentation de sa tension osmotique. On voit immédiatement l'utilité d'un mécanisme de ce genre, non seulement au point de vue de la fixation, mais encore de la conservation à l'intérieur de certains tissus des divers matériaux d'épargne : albuminoïdes complexes peu ou pas diffusibles, formés aux dépens des peptones ; graisses insolubles dans l'eau (par conséquent sans action osmotique), aux dépens de savons solubles et de glycérine ; glycogène de tension osmotique faible et peu ou pas diffusible, aux dépens des sucres.

II. — SÉCRÉTIONS GLANDULAIRES.

Jusqu'ici la vie ne s'est manifestée dans la production des faits d'osmose que suivant des modes simples : soit en établissant dans un tissu vivant des conditions de perméabilité constantes, permanentes, mais différentes de celles du même tissu mort ou malade (endothélium vasculaire), soit en augmentant par désintégration moléculaire la tension osmotique d'un milieu, soit en facilitant dans une mesure très grande les échanges osmotiques de certains composés par la production à leurs dépens de substances peu ou pas diffusibles.

Mais il existe dans l'organisme une série de liquides dont les valeurs osmotiques sont en désaccord complet avec les lois de l'osmose (telle que celle-ci se passe au travers de cloisons inertes, à propriétés invariables) : ce sont les liquides glandulaires.

Ce fut Dreser¹ qui, le premier, étudia, au moyen de

la cryoscopie, la concentration moléculaire de diverses sécrétions et humeurs organiques. Dreser constata que, tandis que la bile, le lait, l'humeur aqueuse présentaient des valeurs s'écartant très peu ou pas du tout de celle du sérum, il en était tout autrement pour l'urine. C'est ainsi qu'un chat, privé d'eau pendant plusieurs jours, émettait une urine dont le point de congélation était $\Delta = -4^{\circ},72$, alors que son sérum se congelait à $-0^{\circ},66$, ce qui faisait une concentration moléculaire 7 fois plus forte dans l'urine. Au contraire, après l'administration de diurétiques ou à la suite de libations copieuses, l'urine peut devenir très diluée et son point de congélation remonter à $\Delta = -0^{\circ},33$.

Dans d'autres liquides de sécrétion aussi, tels que la sueur, la salive, la teneur en sels peut être très faible et le point de congélation posséder des valeurs correspondantes. C'est ainsi que, dans un travail qui vient de paraître, Ardin-Delteil² cite comme valeurs du point de congélation de la sueur de l'homme sain des chiffres variant entre $\Delta = 0^{\circ},08$ et $\Delta = 0^{\circ},46$. J'ai trouvé² pour la salive tympanique du chien des valeurs très voisines ($\Delta = -0^{\circ},193$ à $\Delta = -0^{\circ},396$).

Il faut nécessairement admettre ici une intervention active du protoplasme cellulaire qui, par un mécanisme encore inconnu, parvient à enlever au plasma sanguin, solution saline, les éléments d'une autre solution, où les rapports entre l'eau et les sels sont changés, opérant ainsi une sorte de distillation incomplète de l'eau du plasma : un véritable travail, dont on peut établir la valeur en kilogrammètres. Et, sous ce rapport, il est intéressant d'ajouter que, d'après d'anciennes observations de Heidenhain, confirmées d'ailleurs par tous ceux qui se sont occupés de la question, la salive sous-maxillaire est d'autant plus concentrée en sels qu'elle coule plus rapidement. C'est-à-dire que la glande sous-maxillaire, excitée fortement, n'opère plus aussi complètement la séparation entre l'eau et les sels du plasma. De ce fait, la dépense d'énergie est moindre ; seulement la quantité de salive sécrétée étant beaucoup plus considérable, le travail total est néanmoins supérieur à celui qui est nécessaire pour sécréter, dans le même temps, une salive plus diluée, mais beaucoup moins abondante. Dans les reins aussi, il y a travail fourni, que l'urine soit plus diluée que le plasma du sang ou qu'elle présente une concentration plus forte. A ce sujet, tous les physiologistes sont actuellement d'accord ; mais, où les opi-

¹ ARDIN-DELTEIL : Cryoscopie de la sueur de l'homme sain. *C. R. de l'Académie des Sciences de Paris*, novembre 1900.

² P. NOLF : La pression osmotique de la salive sous-maxillaire du chien. *Bulletin de l'Acad. royale de Belgique (Sciences)*, 1900, p. 960.

¹ DRESER : Ueber Diurese und ihre Beeinflussung durch pharmakologische Mittel. *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, 1891, t. XXIX, p. 303.

nions différent, c'est sur le point de savoir dans quelle partie du rein s'effectue ce travail.

La glande rénale occupe une situation unique parmi les appareils sécréteurs, par le fait que ses tubes, au lieu de finir simplement en cul-de-sac, offrent à leur extrémité aveugle un amincissement de leur paroi, qui s'applique directement sur une houppe vasculaire, formant ce qu'on appelle le glomérule. Au niveau du glomérule, le sang est séparé de l'urine par un endothélium très mince, doublé d'un épithélium tout aussi mince. Partout ailleurs, la cloison de séparation est plus épaisse. De plus, les dispositions vasculaires du glomérule sont extrêmement favorables à une filtration abondante et facile des éléments cristalloïdes et de l'eau du plasma sanguin. Le vaisseau afférent, très court, de la houppe vasculaire se détache directement des premières ramifications de l'artère rénale, ce qui permet de supposer que la pression artérielle y est encore très élevée, d'autant plus que le vaisseau efférent est d'un calibre moindre que l'artère afférente.

Ludwig admettait que, grâce à cette pression élevée, se produit dans le glomérule une filtration de l'eau et des cristalloïdes du plasma sanguin, et que le liquide ainsi formé, en circulant au travers des tubes rénaux, y subit une concentration par suite de la résorption d'une partie de l'eau filtrée. Cette concentration transformerait le liquide filtré au point d'en faire l'urine définitive. La concentration dans les tubes rénaux était supposée s'effectuer par suite d'échanges osmotiques avec la lymphe concentrée qui les entoure.

Ainsi conçue, l'hypothèse de Ludwig n'est plus soutenable, depuis que des recherches précises ont déterminé l'écart, parfois extrêmement considérable, pouvant exister entre la tension osmotique du sang, peu différente de celle de la lymphe, et la tension de l'urine. Pour mettre la théorie de Ludwig en accord avec les faits actuellement connus, il faut admettre que le liquide filtré dans le glomérule, liquide *alcalin* contenant en dissolution tous les éléments cristalloïdes du plasma sanguin, est modifié, non pas grâce à de simples phénomènes osmotiques, mais par l'absorption *active* d'une bonne partie de son eau et de ses éléments salins (Starling), cette absorption étant due à l'intervention des cellules épithéliales bordant les canalicules rénaux. Dans cette idée, l'activité spécifique du rein serait donc, non pas une sécrétion, mais une absorption.

Au contraire, la théorie de Bowman, développée par Heidenhain, suppose une sécrétion *active* de l'eau et des sels de l'urine par le glomérule, avec sécrétion également active des constituants spécifiques de l'urine, urée, acide urique, etc., et

d'une certaine quantité d'eau par les cellules des canalicules rénaux. Examinons rapidement à la lumière de ces deux hypothèses les principaux résultats de l'expérience.

On sait depuis longtemps que la rapidité d'excrétion de l'urine croit avec la valeur de la pression aortique, et que, lorsque celle-ci tombe au-dessous d'une certaine limite (30-40 millimètres de mercure), quelle que soit d'ailleurs la cause de cette chute, il se produit un arrêt complet de la sécrétion urinaire. D'autre part, il est établi d'une façon tout aussi assurée que la ligature de la veine rénale produit également un arrêt immédiat de l'écoulement de l'urine.

Heidenhain explique ces faits en disant que ce qui importe au bon fonctionnement du glomérule, ce n'est pas la pression du sang, mais sa rapidité d'écoulement au travers des vaisseaux glomérulaires. La chute de pression artérielle et la ligature des veines arrêteraient toute sécrétion en diminuant notablement cette vitesse ou en la rendant nulle. L'explication est ingénieuse, surtout en ce qui concerne la seconde constatation; on se rend plus difficilement compte par elle de l'influence si considérable de la pression artérielle. Car les constatations faites au sujet des glandes salivaires, dont l'activité nettement sécrétoire a été mise hors conteste par Ludwig lui-même, montrent une indépendance beaucoup plus complète entre le phénomène de la salivation et la pression sanguine, le premier pouvant encore s'effectuer en l'absence de toute pression dans les vaisseaux.

Au contraire, cette influence prépondérante de la pression artérielle est tout expliquée dans la théorie de Ludwig, dont elle constitue la base. L'effet de la ligature des veines, au contraire, est à première vue en opposition formelle avec cette hypothèse. Mais des expériences ingénieuses de Ludwig et de M. Hermann ont montré que l'arrêt de l'écoulement urinaire, observé dans ces conditions, pouvait se comprendre par la dilatation des capillaires veineux (qui forment autour des tubes urinaires un lacis très riche), dilatation dont la conséquence est la compression et l'oblitération des voies glandulaires. C'est ainsi que, de même que la stase veineuse influence l'écoulement de l'urine, de même la stase urinaire influence l'écoulement veineux.

Si l'on détermine d'une façon concomitante la pression aortique et la pression à l'intérieur du bassinot, après ligature de l'uretère, ainsi que le firent plusieurs auteurs, et dernièrement encore Starling¹, on trouve qu'il existe entre les deux va-

¹ E.-H. STARLING: The glomerular Functions of the Kidney. *Journal of Physiology*, t. XXIV, p. 316, 1899.

leurs, quelle que soit leur grandeur absolue, une différence constante, qui est de 40 à 50 millimètres de mercure (sensiblement égale, par conséquent, à la pression artérielle minima, permettant encore un écoulement urinaire). Fait très important, comme on le conçoit facilement, et tout en faveur de l'hypothèse d'une filtration dans le glomérule. Pour l'expliquer, Heidenhain est forcé d'admettre que, dans ces conditions, il n'y a pas arrêt de sécrétion au niveau des glomérules. Celle-ci persiste. Mais l'urine, accumulée dans les canalicules sous une pression pouvant être élevée (jusqu'à 95 milligrammes de mercure, dans une expérience de Starling), *filtrerait* au travers de leur paroi, avec une vitesse précisément égale à celle de la *sécrétion* dans les glomérules. Le raisonnement est étonnant de la part d'un adversaire aussi résolu des processus de filtration dans l'organisme. Voilà donc Heidenhain forcé, pour justifier sa conception de l'activité sécrétoire du glomérule, d'admettre qu'il se produit, au travers des cellules épaisses bordant les canalicules, une filtration dont il ne veut à aucun prix, quand il s'agit de l'épithélium mince du glomérule, alors que *la pression filtrante y est plus énergique* et que toutes les dispositions anatomiques y sont réunies pour la faciliter.

Un moyen simple pour augmenter la pression capillaire (et non la pression artérielle) dans les organes abdominaux, c'est, ainsi qu'on a pu le voir déjà, l'injection des lymphagogues de deuxième classe, des substances cristalloïdes. Or, ces agents sont connus depuis longtemps comme de puissants diurétiques. Il a déjà été dit que leur pouvoir diurétique a été trouvé proportionnel à leur valeur osmotique par von Limbeck¹, constatation confirmée récemment par Münzer² pour différents sels sodiques, et par Hedon et Arrous³ pour les sucres.

Comme il a été dit au sujet de l'action lymphagogue de ces substances, c'est aux changements mécaniques de la circulation capillaire, qui se produisent dans toute pléthore hydrémique, qu'il faut attribuer, en partie du moins, leur influence sur la rapidité d'écoulement de l'urine. Mais il y a lieu aussi de tenir compte de la dilution du sang et de la diminution de sa tension osmotique effective

(due aux colloïdes du sang); et cela d'autant plus que la surface glomérulaire peut-être considérée comme étant totalement ou presque totalement imperméable aux albuminoïdes du plasma. A ce point de vue, il est frappant, comme le fait ressortir Starling, que la pression osmotique des albuminoïdes du plasma est précisément égale à la valeur minima de la pression aortique permettant encore une sécrétion rénale.

Il y a lieu également de renvoyer ici à ce qui a été dit plus haut, concernant les injections intra-veineuses des colloïdes, dont l'influence sur le rein est semblable à leur action sur l'écoulement de la lymphe thoracique. Envisagées au point de vue osmotique, les propriétés diurétiques des cristalloïdes deviennent donc d'une lumineuse simplicité. Mais, dans des processus aussi complexes que les sécrétions glandulaires, il est prudent de ne pas généraliser trop tôt.

Aux facteurs principaux, déterminant un phénomène, s'adjoignent souvent toute une série de causes secondaires, dont il faut tenir compte. C'est ainsi que, d'après Starling lui-même, il y a, dans la diurèse produite par les injections sucrées, autre chose que les actions exposées plus haut, et cette autre chose c'est une vaso-dilatation rénale causée directement par l'action du sucre sur les vaisseaux du rein.

Dans deux travaux récents sur la diurèse saline (après injection de NaCl et Na²SO⁴), Magnus⁴ arrive à des conclusions peu en accord avec ce qui précède. Ce qui importe, suivant Magnus, au point de vue de l'accélération du cours de l'urine, ce n'est pas le changement apporté par la pléthore hydrémique dans la pression capillaire, mais bien la dilution du sang. La vaso-dilatation rénale ne jouerait également aucun rôle important. Mais la dilution du sang elle-même ne rend pas compte de tous les faits. C'est ainsi que des solutions de sulfate et de chlorure sodiques de concentrations telles que la dilution du sang qu'elles provoquent soit la même, ont cependant un pouvoir diurétique différent, le sulfate sodique se montrant plus actif que le chlorure. Au point de vue de leur élimination aussi, il existe des différences : le sulfate sodique passe en plus grande abondance dans les urines. Dans une diurèse provoquée par le sulfate sodique, Magnus constate que l'urine obtenue ne contient que 0,05 % de NaCl, alors que le sérum en contient 0,60 %. Ce résultat et d'autres amènent Magnus à considérer le rein comme un appareil extrêmement

¹ VON LIMBECK : Zur Lehre von der Wirkung der Salze. *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, t. XXV, p. 69, 1889.

² MÜNZER : Zur Lehre von der Wirkung der Salze. *Ibidem*, t. XXI, p. 74, 1898.

³ HÉDON et ARROUS : Sur les effets cardio-vasculaires des injections intra-veineuses des sucres. *C. R. Soc. de Biologie*, 1899, p. 642.

⁴ *Id. Id.* : Des relations existant entre les actions dimétiqes et les propriétés osmotiques des sucres. *C. R. Ac. Sciences*, t. CXXIX, p. 778, 1899.

⁴ MAGNUS : Veränderung der Blutzusammensetzung nach Kochsalzinfusion. *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, t. XLIV, p. 68, 1900.

⁴ *Id.* : Vergleich der diuretischen Wirksamkeit isotonischer Salzlösungen. *Ibidem*, p. 396, 1900.

sensible à la teneur du sang en eau et] en sels, réagissant vis-à-vis des différences faibles des constituants normaux ou anormaux du plasma, et réagissant de manière à rétablir l'équilibre rompu.

Dans la pléthore hydrémique causée par l'injection de Na_2SO_4 , il y a diminution de la proportion de chlorure sodique dans la masse sanguine augmentée et diluée par l'eau des tissus. Le rein en a pour ainsi dire conscience et retient le chlorure sodique du plasma tout en laissant passer le sulfate. Magnus trouve ces faits peu conciliables avec la théorie de Ludwig. Il suffit pourtant, pour les mettre d'accord, d'admettre que les canalicules rénaux ont la propriété d'absorber non seulement de l'eau mais encore du sels. On arrive d'ailleurs à cette conclusion par différentes voies.

C'est ainsi qu'il est impossible de comprendre autrement, à la lumière de la théorie de Ludwig, la formation d'urines extrêmement diluées, telles que celles examinées par Dreser [voir plus haut]. D'autre part, von Koranyi a démontré que, si l'on dilue les urines de vingt-quatre heures, de façon à leur donner une tension osmotique absolue égale à celle du plasma, la teneur en chlorure sodique du liquide ainsi obtenu est de beaucoup inférieure à celle du plasma.

Cet auteur admet que le liquide filtré au travers du glomérule abandonne aux cellules des canalicules une partie de son chlorure sodique, qui serait remplacé par une quantité osmotiquement équivalente des autres constituants urinaires.

Plus l'urine s'écoulerait lentement au travers des conduits sécréteurs rénaux, plus elle serait riche en urée et pauvre en chlorure sodique.

Ainsi s'expliquerait la constatation de Ludwig que le liquide recueilli dans un bassinet dont l'urètre avait été lié était très riche en urée et ne contenait plus que des traces de chlorure sodique.

L'auteur a examiné, à ce point de vue, un grand nombre d'urines pathologiques et il est arrivé à des conclusions intéressantes, reprises et étendues par plusieurs cliniciens français.

Très intéressantes sont encore les observations de von Koranyi sur les urines du célèbre jeûneur Succì. Au sixième jour de jeûne, Succì émettait des urines extrêmement concentrées — moyenne de $\Delta = -8,15$, dont la teneur en chlorure sodique était très faible (0,26 %). Ces différentes constatations s'expliquent parfaitement en admettant que le rein est extrêmement sensible à de légères différences dans la teneur du sang en chlorure sodique, et l'organe rénal nous apparaît ici comme le véritable régulateur de cette teneur, constante à l'état normal; si cette idée est exacte, il faut s'attendre à voir diminuer la quantité de chlorure

sodique dans les urines chaque fois que, pour un motif ou l'autre, il y a tendance à la baisse dans la richesse du plasma en sel marin: baisse pouvant être due à un apport insuffisant ou nul de ce sel (inanition), ou à un état de pléthore hydrémique causé par un agent autre que le chlorure sodique — expérience de Magnus avec le sulfate sodique. On peut se demander si cette action régulatrice du rein s'effectue par sécrétion, au niveau du glomérule, d'un liquide plus pauvre en sel marin que le plasma sanguin, ou si elle consiste en la réabsorption, par le canalicule rénal, d'une partie du sel marin éliminé par le glomérule. La constatation précitée de Ludwig plaide en faveur de la seconde hypothèse. Cette action régulatrice de l'organe rénal sur la composition du sang est très importante, en ce qu'elle touche à une question très intéressante, la constance osmotique du plasma (ou du sérum) des Vertébrés supérieurs.

Chez les Invertébrés marins, le milieu intérieur est, d'après les recherches de Fredericq¹ Botazzi², en équilibre osmotique complet avec l'eau de mer qui les environne³. Parmi les Poissons, les Sélaciens présentent encore la même dépendance de la valeur osmotique totale de leurs humeurs vis-à-vis du milieu ambiant. Mais cette valeur totale ne correspond plus à une teneur saline égale le sang étant beaucoup moins riche en sels que l'eau de mer. Fredericq⁴ (déjà les Téléostéens marins ont un sang beaucoup moins concentré. Leurs congénères d'eau douce ont encore diminué la valeur osmotique de leur plasma, dont le point de congélation ne diffère pas sensiblement de celui des Amphibiens et des Vertébrés supérieurs. Mais, de par leur vie dans une eau très pauvre en principes salins, Téléostéens d'eau douce et Amphibiens ont à se préserver non plus d'un excès, mais d'un manque de sel. Absorbant l'eau douce par les aliments avalés et par la surface cutanée et respiratoire (absorption peut-être très faible, mais continue), n'absorbant certainement pas la quantité équivalente de sel marin, ces animaux sont donc forcés d'éliminer plus d'eau que de sel pour garder intacte la tension osmotique de leur milieu intérieur. C'est ce qu'effectue leur rein. Dreser a trouvé que le point de congélation de l'urine de grenouilles était $\Delta = -0,24$.

¹ FREDERIQ : Influence du milieu ambiant sur la composition du sang des animaux aquatiques. *Archives de Zoologie expérimentale*, 2^e série, t. III, p. 34, 1885.

² BOTAZZI : La pression osmotique du sang des animaux marins. *Archives italiennes de Biologie*, t. XXVIII, p. 61, 1892.

³ ROBIER : Observations et expériences comparatives sur l'eau de mer, le sang et les liquides internes des animaux marins. *Travaux du Laboratoire de la Station zool. d'Arcachon*, 1899.

⁴ FREDERIQ : Sur la perméabilité de la membrane branchiale. *Bull. Acad. Sciences de Belgique*, p. 68, 1901.

Avec la vie aérienne surgissent de nouvelles complications. Ici le danger devient double par le fait de grandes pertes d'eau s'effectuant par la peau et les poumons; la nécessité d'une seconde régulation se fait sentir et le rein s'en charge encore, l'effectuant d'une façon d'autant plus complète que le besoin en est plus grand. Oiseaux et Reptiles exercent une urine presque solide. Les Mammifères règlent la concentration de leur urine suivant les apports de boisson.

Mais à ces facteurs d'origine extérieure, s'ajoutent les effets de la désintégration des tissus. Incessamment se produisent des scissions et des combustions dont le résultat est une augmentation de la valeur osmotique de la lymphe et du sang veineux. L'acide carbonique en est le facteur dominant. Sa nature gazeuse rend facile son élimination au niveau du poumon, qui apparaît ainsi comme organe de régulation de la constance osmotique du plasma (von Koranyi). Quant aux produits azotés de la désassimilation, s'ils sont en moindre quantité que l'acide carbonique, ils présentent l'inconvénient de n'être point volatils et s'accumuleraient fatalement dans le sang, si un organe spécial, le rein, ne se chargeait de leur élimination. Von Koranyi, ayant enlevé les deux reins à un lapin, vit le point de congélation du sérum sanguin de cet animal tomber de $\Delta = -0^{\circ},56$ à $\Delta = -0^{\circ},61$ en 3 heures, à $\Delta = -0^{\circ},73$ en 7 heures.

Au cours de cet exposé, il a donc été fourni des arguments en faveur d'une régulation de la tension osmotique du plasma sanguin par le rein, dont l'activité serait mise en jeu par des variations de la quantité d'eau, de sels solubles et de principes cristalloïdes provenant de la désassimilation des albuminoïdes. Ne sont-ce pas là des arguments suffisants pour localiser dans cet organe sinon exclusivement, du moins principalement le siège des forces mystérieuses qui règlent la belle constance osmotique du milieu intérieur des Vertébrés? Plusieurs auteurs ont déjà insisté sur l'importance de cette invariabilité osmotique du milieu intérieur et lui ont attribué des causes différentes. Ce fut d'abord Hamburger¹ qui l'attribua à l'intervention active de l'endothélium vasculaire. Puis Winter², qui insista particulièrement sur la signification générale de la constance osmotique de la plupart des humeurs organiques et attira l'attention sur le rôle important du chlorure sodique dans l'équilibration osmotique. D'après Winter, la plus ou

moins grande dissociation électrolytique de ce sel pourrait servir d'élément régulateur de cette valeur. Enfin Fano et Bottazzi³ croient pouvoir dériver l'uniformité du niveau osmotique sanguin de l'existence, dans les tissus et les liquides de l'organisme, de combinaisons instables entre le chlorure sodique et les albuminoïdes cellulaires et humoraux, combinaisons qui céderaient aux liquides ambiants du sel marin dès que la tension de ce dernier tomberait au-dessous d'une certaine limite, et le reprendraient dans les conditions inverses.

Cette opinion toute théorique a été infirmée (du moins en ce qui concerne une union possible entre chlorure sodique et ovalbumine) par un travail de Bugarszky et Liebermann².

Il faut également remarquer ici que si, chez une même espèce animale, il règne une certaine constance osmotique du plasma sanguin, et que les valeurs de cette constante varient peu d'un mammifère à l'autre, l'étendue de ces variations est cependant beaucoup plus considérable que ne l'avait indiqué Winter. Un travail récent de Tangl et Bugarszky³ fournit à ce sujet des détails très intéressants.

Mais, si nous laissons cette curieuse question de la constance osmotique du milieu intérieur des Vertébrés supérieurs pour en revenir au mécanisme de la sécrétion rénale, nous sommes obligés de reconnaître qu'il est impossible de déduire des expériences citées plus haut une certitude quelconque concernant le mode d'activité de l'organe rénal.

Heidenhain avait attaché beaucoup d'importance à l'étude de l'élimination de diverses matières colorantes par les reins en vue de l'établissement de sa doctrine. Suivant lui, le mode d'élimination de l'indigosulfate de soude prouve, à n'en pas douter, la nature sécrétoire de l'épithélium des canalicules contournés. Des recherches ultérieures d'autres savants ont confirmé le résultat des expériences d'Heidenhain sur ce point, comme d'ailleurs sur tous ceux dont s'est occupé l'éminent physiologiste. Mais, si les faits étaient exacts, leur interprétation était plus problématique, et von Sobieransky⁴ a montré qu'il était au moins aussi facile de les comprendre avec la théorie de Ludwig.

Quant à la présence d'urates dans les cellules des canalicules contournés du rein des Oiseaux, constatée par von Wittich, quant aux expériences de

¹ FANO et BOTTAZZI : Travaux du laboratoire de Physiologie de Florence, 1896.

² BUGARSZKY et LIEBERMANN : Ueber das Bindungsvermögen eiweissartiger Körper, *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXXII, p. 51, 1898.

³ BUGARSZKY et TANGL : Moleculäre Concentrations-Verhältnisse des Blut-erums, *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXXII, p. 331, 1898.

⁴ VON SOBIERANSKY : Ueber die Nierenfunction, *Archiv für exp. Pathologie und Pharmakologie*, t. XXXV, p. 144, 1895.

¹ HAMBURGER : Ueber die Regelung des Blutbestandtheile, *Zeitschrift für Biologie*, t. XXVII, p. 259, 1890.

² WINTER : De la concentration moléculaire des liquides de l'organisme, *Archives de Physiologie normale et pathologique*, 2^e série, t. VIII, p. 114, 1896. De l'équilibre moléculaire des humeurs. Rôles des chlorures. *Ibidem*, p. 287.

Nussbaum sur la grenouille, il résulte de recherches faites respectivement par Bial¹ et par Adami² dans le laboratoire de Heidenhain lui-même, qu'il faut renoncer à leur attribuer une valeur démonstrative quelconque en faveur d'une activité sécrétoire des tubes rénaux.

On pourrait encore faire état de l'acidité des urines comparée à l'alcalinité du sang en faveur de l'hypothèse de Bowmann. Dreser³ a démontré, par des essais avec la fuchine acide chez la grenouille, que les glomérules sécrètent un liquide alcalin qui ne devient acide que dans les canalicules. Chez les Mammifères carnivores, les urines sont habituellement d'autant plus acides qu'elles sont plus concentrées, et, sous l'influence d'une diurèse énergique, l'urine peut devenir alcaline en même temps qu'elle se dilue. Il est donc très probable que, chez eux aussi, l'urine glomérulaire primitivement alcaline ne devient acide que dans les canalicules. Mais qui nous dira si cette acidité est due à la sécrétion des sels acides plutôt qu'à la résorption de sels alcalins?

Aucune de ces recherches n'est donc en état de résoudre la question de savoir si le rein est une glande suivant l'opinion de Bowmann-Heidenhain, ou s'il faut comprendre son activité comme étant une filtration, compliquée de la résorption ultérieure active d'une partie des éléments filtrés. Il est en tout cas bien certain que, dans l'une ou l'autre alternative, il faut l'intervention active des cellules des canalicules rénaux tout au moins. Ainsi modifiée, la théorie de Ludwig semble rendre compte au moins aussi facilement et avec moins d'hypothèses que celle de Bowmann de la plupart des expériences, et elle lui est manifestement supérieure dans l'explication de certaines d'entre elles.

III. — INFLUENCE DE LA CONCENTRATION SALINE SUR DIVERSES CELLULES.

Avant de terminer cette revue trop longue des travaux faits dans divers domaines de la Physiologie sur l'influence possible de la pression osmotique sur les phénomènes vivants, il sera permis de rappeler que, même avant les travaux de Hamburger, il avait été fait par Nasse différents essais sur l'action de la concentration saline sur les muscles de grenouille. Nasse⁴, ayant cherché pour différents sels de potassium et de sodium quelles étaient les concentrations des solutions dans lesquelles les

muscles de grenouille conservent le plus longtemps leur contractilité, trouva : 1° que ces solutions étaient équimoléculaires entre elles ; 2° que leur teneur était légèrement supérieure à une solution déci-normale, c'est-à-dire à une teneur de 0,6 ‰ de sel marin. Hamburger obtint depuis, comme on le sait, une valeur rapprochée pour la tension osmotique du sérum de grenouille. Les observations de Nasse, parues en 1869, étaient, comme on le voit, en plein accord avec la théorie osmotique, dont elles furent une confirmation avant la lettre. J. Loeb⁵ a repris récemment les expériences de Nasse et les a développées considérablement. Ses conclusions sont également en accord avec l'idée que, pour la cellule musculaire comme pour toute cellule vivante, les conditions créées par les propriétés osmotiques de la paroi cellulaire sont primordiales au point de vue de la conservation de la vie.

Le même auteur² étudia l'influence des mêmes facteurs sur le développement des œufs d'*Arbacia* (Échinoderme), et, comme on le sait, il est arrivé à produire le développement incomplet d'œufs non fécondés, en les plongeant pendant un certain temps dans des solutions plus concentrées que l'eau de mer. Dans son dernier travail, il attribue à leur seule concentration osmotique élevée, sans intervention chimique, spécifique des solutions, leur pouvoir stimulant sur la division cellulaire. Ces recherches sont l'application directe à la cellule des méthodes employées jusqu'ici, en Physiologie animale, à l'examen des propriétés osmotiques des *tissus*. Nul doute que, pour la cellule comme pour les tissus, les résultats futurs seront brillants. L'étude de l'influence des solutions salines sur les cellules végétales (microbiennes et autres), montrant l'influence des concentrations sur les phénomènes de division, de mobilité (Wladimiroff), rendant compte de la toxicité par les propriétés des ions (Krenig et Paul⁶), en est un sûr garant.

C'est, d'ailleurs, le propre des études sur les propriétés osmotiques d'un tissu, de constituer avant tout l'examen d'une propriété fondamentale de ce tissu, comme aux cellules qui le caractérisent. Les méthodes employées dans ces recherches sont donc des méthodes de Physiologie cellulaire, et c'est ce qui constitue leur inappréciable valeur⁷.

D^r P. NOLF,

Assistant à l'Institut de Physiologie de l'Université de Liège.

¹ BIAL : Ein Beitrag zur Physiologie der Niere, *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. XLVII, p. 116, 1890.

² ADAMI : Nature of glomerular activity, *Journal of Physiology*, t. VI, p. 382.

³ DRESER : Hi-fochemisches zur Nierenphysiologie, *Zeitschrift für Biologie*, t. XXI, p. 41, 1885.

⁴ NASSE : *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. II, p. 114, 1869.

⁵ J. LOEB : Physiologische Untersuchungen über Ionenwirkungen, *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXIX, p. 1 : t. LXXI, p. 457, 1898.

⁶ J. LOEB : Further experiments on artificial parthenogenesis, *American Journal of Physiology*, t. IV, p. 419, 1900.

⁷ Depuis la rédaction de cet article, terminée en février quelques recherches sur ce sujet, déposant dans le sens déjà indiqué, ont été publiées.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Carvallo (E.), *Examinateur à l'École Polytechnique*. — *Théorie du mouvement du Monocycle et de la Bicyclette*. — 1 vol. in-8°. (*Extrait du Journal de l'École Polytechnique, 2^e série, 5^e et 6^e cahiers.*) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

M. Carvallo vient de consacrer un important Mémoire à l'étude du mouvement des cycles. Voici, d'après une communication présentée par l'auteur lui-même à la Société Mathématique de France, les principaux points qu'il a abordés dans son travail :

Le cerceau qui roule est un système à trois degrés de liberté. Les paramètres naturels sont l'angle de chute, l'angle de marche sur le sol et l'angle de conversion autour de la verticale. Les trois équations du mouvement sont obtenues par le théorème des travaux virtuels. Ce sont les équations de chute, de marche et de conversion. Le théorème des forces vives sert de vérification. Les mêmes équations sont, d'ailleurs, obtenues dans la deuxième partie au moyen des équations de Lagrange, affectées d'une modification nécessaire et qui est expliquée plus loin.

Un développement en série permet de déduire des trois équations du mouvement deux relations très importantes : une équation d'équilibre et une condition de stabilité de l'équilibre. La condition d'équilibre est une relation entre l'angle de chute, la vitesse de marche et la vitesse de conversion. Elle est établie aussi par un raisonnement direct. Par un raisonnement analogue, on calcule la tendance au dérapage. Une discussion complète des régimes d'équilibre, avec la stabilité et la tendance au dérapage, est résumée dans un graphique. Pour terminer, l'auteur calcule l'action de la baguette sur la conversion du cerceau et explique les effets si différents qu'on obtient en appliquant la baguette à l'arrière ou à l'avant du cerceau.

Le monocycle donne lieu à des développements analogues. Signalons seulement l'équation de marche, les réflexions qu'elle provoque sur le pédalier de la multiplication, puis une digression sur certains paradoxes de Mécanique : une expérience sur la bicyclette, et le paradoxe du navire. L'étude de la stabilité provoque aussi des digressions sur la stabilité des appareils rotatifs et sur l'Electrodynamique.

Dans la deuxième partie, consacrée à la bicyclette, l'auteur montre qu'on est encore en présence d'un système à trois degrés de liberté. Les trois paramètres sont l'angle de chute, l'angle de guidon et l'angle de marche de la roue motrice. La complication du problème, quand on tient compte des petits détails du mécanisme, est telle que la seule géométrie de la bicyclette exige un chapitre spécial. Il faut une application attentive pour y distinguer des éléments qui paraissent identiques au premier abord. Ainsi, pour la roue motrice, l'angle de roulement sur les tourillons peut différer de l'angle de marche sur le sol, à cause de l'abaissement du cadre produit par la rotation du guidon. On étudie ensuite la cinématique de la bicyclette et l'équilibre au repos. Cet équilibre est essentiellement instable.

Pour les équations dynamiques de la bicyclette, le théorème des travaux virtuels, appliqué sans artifice, conduit à des calculs si compliqués que l'auteur a dû renoncer à les exposer dans son Mémoire. Il s'est alors adressé à la simplification de Lagrange, qui consiste à calculer le travail des forces d'inertie au moyen de la force vive. Son but était de vérifier ses premiers calculs par des calculs moins compliqués et d'arriver à une exposition plus abordable. Il s'est alors aperçu d'une

particularité importante des équations de Lagrange, déjà signalée antérieurement par M. Hadamard, mais encore peu connue. Voici en quoi elle consiste :

Lagrange prend pour paramètres des coordonnées proprement dites, par exemple les trois angles d'Euler dans la rotation d'un solide autour d'un point fixe. Connaissant les trois angles, on peut placer le solide. Les coordonnées d'un quelconque de ses points matériels sont des fonctions de ces trois paramètres et on peut appliquer à ces fonctions le théorème connu sur le changement de l'ordre des dérivations. Les paramètres naturels du cerceau et de la bicyclette ne satisfont pas à la même condition : donnez l'angle de chute, l'angle de marche et l'angle du guidon, vous ne pourrez pas dire si la bicyclette, partie de Paris dans une direction donnée, est arrivée à Versailles ou à Fontainebleau. Les coordonnées d'un point de la bicyclette ne peuvent pas s'exprimer en fonction seulement des trois paramètres ; il faudrait, en outre, connaître la loi des variations simultanées des trois paramètres. Il en résulte qu'une des transformations de Lagrange devient impossible. Les équations auxquelles il faut s'arrêter, moins simples que les équations définitives de Lagrange, apportent encore une simplification considérable.

Pour la stabilité, la bicyclette exige aussi une méthode plus puissante que le cerceau. M. Carvallo a été conduit à définir les régimes d'équilibre et à donner une méthode générale pour étudier la stabilité de ces régimes. Ces deux méthodes, d'abord appliquées au cerceau et au monocycle, ont permis d'aborder ensuite l'étude de la bicyclette : équilibre avec les mains, sans les mains, et stabilité de ces équilibres.

Les résultats sont ceux-ci : Les termes principaux de l'équation d'équilibre sont la pesanteur et la force centrifuge. Celle-ci dépend de l'angle du guidon. Aux vitesses habituelles, elle a une prépondérance considérable, d'autant plus grande que la marche est plus rapide. Aussi le guidon doit-il être manœuvré avec précaution et par mouvements insensibles. Mais le corps peut être déplacé sans crainte de chute brusque.

Pour le lâche-mains, l'auteur trouve que le seul régime d'équilibre est la marche rectiligne si le corps reste droit ; une conversion ne peut être obtenue par le cavalier qu'en portant et maintenant le corps incliné du côté où il veut tourner.

Quant à la stabilité, elle n'existe pas si le guidon est fixé ; mais l'instabilité est faible, assez pour que le cavalier ait tout le temps de porter le guidon insensiblement à droite et à gauche, de façon à retrouver, par une sorte d'oscillation voulue autour de la position d'équilibre, la stabilité qui n'existe pas en théorie.

Dans le lâche-mains, les formules donnent deux limites de la vitesse, environ 10 kilomètres et 16 kilomètres à l'heure. Entre ces deux limites, le régime serait stable ; en dehors, il serait instable. Toutefois, l'instabilité du côté de la limite supérieure est très faible ; maxima vers 18 kilomètres à l'heure, elle tend vers zéro à mesure que la vitesse augmente.

M. Carvallo termine en indiquant une méthode qui permet d'étudier l'influence du frottement sur la stabilité ; il indique qu'il y aurait lieu de l'appliquer à la bicyclette et qu'elle augmenterait la stabilité. L'auteur poursuit actuellement cette recherche ; elle fait prévoir que le frottement rend stables les régimes qui seraient instables au delà de la limite supérieure (16 kilom.). Bien entendu, les évaluations numériques dépendent de la bicyclette considérée, notamment de la place de l'axe du guidon par rapport au centre de la roue directrice et à son point de contact avec le sol. E. A.

2° Sciences physiques

W. Ostwald, Professeur de Chimie à l'Université de Leipzig. — *Die wissenschaftliche Grundlage der analytischen Chemie. Les bases scientifiques de la Chimie analytique.* — 1 vol. in-8 de 221 pages. (Prix : 8 fr. 75.) Engelmann, éditeur. Leipzig, 1901.

Ainsi que le titre l'indique, l'ouvrage du savant professeur de Leipzig n'est pas un traité de Chimie analytique, écrit spécialement en vue des praticiens; la partie appliquée est réduite, au contraire, à sa plus simple expression.

Ce qui le distingue des autres publications sur le même sujet, c'est la première partie, théorique, dans laquelle l'auteur s'est efforcé de montrer tout le parti que les méthodes analytiques peuvent tirer des conceptions modernes de la Chimie physique, telles qu'elles se sont développées dans ces vingt dernières années.

Les opérations générales de la Chimie analytique y sont expliquées à la lumière de ces théories, et l'auteur fait ressortir, avec une grande évidence, selon nous, leur caractère éminemment utile au point de vue didactique. On s'en rendra compte en jetant un coup d'œil sur les principales questions traitées dans cette première partie.

Après un premier chapitre, relatif aux caractéristiques qui permettent d'identifier les corps, l'auteur aborde, dans les deux chapitres suivants, les diverses méthodes de séparation, basées sur des moyens physiques: la filtration, la théorie du lavage des précipités, l'état colloïdal et les phénomènes de décantation y sont particulièrement étudiés, ainsi que la distillation et les procédés de séparation de deux liquides par les moyens d'extraction.

Ici encore, la théorie donne une idée très claire des conditions pratiques dans lesquelles ces opérations doivent être mises en œuvre.

En ce qui concerne les procédés de séparation chimique, qui font l'objet des iv^e et v^e chapitres, l'auteur se place au point de vue général de la théorie moderne des solutions; il expose d'une façon élémentaire les principales propriétés des ions, puis les lois des équilibres chimiques et de la dissociation, spécialement considérée au point de vue des séparations chimiques; les réactions chimiques elles-mêmes y sont envisagées au point de vue des vitesses de réaction.

Dans un paragraphe consacré à la précipitation, l'auteur étudie spécialement le rôle de la sursaturation, les propriétés du « produit de solubilité », la dissolution des précipités.

Enfin, il indique, d'une façon élémentaire, les données fondamentales sur lesquelles sont basées aujourd'hui les méthodes de séparation électrochimique.

La seconde partie est consacrée à l'étude des principales réactions qui sont employées dans la Chimie analytique pratique, soit pour séparer les métaux les uns des autres, soit pour les doser. Ici encore l'auteur se place absolument au point de vue des théories modernes, et laisse plus ou moins dans l'ombre tous les développements sur lesquels ces théories ne projettent pas quelque clarté.

C'est donc cette nouvelle manière d'exposer la Chimie analytique qui donne à cet ouvrage un caractère qui lui est bien particulier.

Ajoutons enfin que, dans un supplément d'une vingtaine de pages, qui termine le volume, sont décrites diverses expériences de cours, très faciles à exécuter, qui peuvent servir à illustrer cette manière d'exposer la Chimie analytique, telle que la comprend M. Ostwald.

Nous ne doutons pas que ce petit ouvrage, qui a déjà été traduit en anglais, en russe et en hongrois, n'intéresse aussi bien vivement les lecteurs de langue française qui suivent les développements actuels de la Chimie physique contemporaine.

PHILIPPE-A. GUYE,

Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

3° Sciences naturelles

Chevalier Le R. P. S. — *Atlas du Haut Yang-tse, de I-Tchang fou à P'ing Chan Hien.* 65 feuilles à 1 : 2,500^e, 51 × 40. Imprimerie de la Presse Orientale, à Shang-Hai. — *Le Haut Yang-tse en 1897-1898 Voyage et description.* — 2 fasc. avec croquis et figures, 97 p., 5 appendices. *Ibid.*, 1899. — *La Navigation à vapeur sur le Haut Yang-tse.* — *Ibid.*, 1899. Imprimerie de la Mission Catholique. En vente chez Kelly et Walsh, 13 p. 4 cartes extraites de l'Atlas, 1900¹.

En affrontant les ennuis et les travaux d'une longue navigation en jonque sur un fleuve chinois, le P. Chevalier a simplement entendu servir la Science. L'Observatoire de Zikawei qui concentre et distribue les observations pour l'annonce des tempêtes à Shang-Hai et plusieurs autres ports, souffrait de l'irrégularité et de l'imprécision des télégrammes météorologiques originaires du Haut Yang-tse. Le P. Chevalier résolut d'entreprendre une tournée d'inspection des stations et instruments installés par les Douanes Impériales, et de provoquer l'établissement d'un poste au delà de Tchong King. Du même coup, il importait de déterminer, dans tout le réseau, les coordonnées des points principaux : ce fut l'objectif du voyage, et c'en est un des résultats décisifs. Désormais est fixée la position géographique des villes et escales riveraines du Yang-tse entre Hankeou et Sui-fou²; météorologistes et cartographes n'ont plus qu'à enregistrer les données acquises avec une conscience et une compétence indiscutables³; la carte de l'amirauté anglaise est caduque⁴.

Le P. Chevalier ne s'est pas borné aux seuls relevés astronomiques; sa curiosité s'est portée aussi sur l'hydrographie. Il accomplit son parcours dans des conditions singulièrement favorables à ce genre d'études; son embarcation⁵, qui démarrait d'I-tchang le 3 novembre 1897, remonta le Yang-tse pendant l'étiage, à la période où émergent les bancs de sables et de galets, les écueils, où s'accusent toutes les inflexions du rivage, que masque la nappe d'eau gonflée par la crue; tous les accidents furent relevés à la boussole et notés. A la descente, qui fut inaugurée le 27 janvier 1898, et qui fut effectuée sur la ligne médiane du fleuve, la sonde fut jetée par les deux aides chinois du Père, tandis que celui-ci pointait toutes les variations des mouvements de la barque. Tous ces détails méritaient d'être signalés, car ils garantissent la haute valeur et la sincérité de l'Atlas, véritable guide de la navigation.

L'Atlas se compose de 65 feuilles, à l'échelle de vingt-cinq millièmes (1 centimètre pour 250 mètres) la légende est en trois langues: française, anglaise,

¹ Si l'on embrasse sous le nom conventionnel de Yang-tse tout le système fluvial, on sera fondé à discuter le titre même; l'appellation de *Haut Yang-tse* devrait être appliquée à la branche maîtresse de la région proprement montagnaise, jusqu'à Man-yng-tse (transcription anglaise: Man-issu terminus de la navigation, à 40 li en amont de P'ing-Chom); là commencerait le Moyen Yang-tse jusqu'au seuil du plat pays, à l'issue des gorges. Cf. W. R. GILES: *The Yang-tse Chiang, dans la Geogr. Journ.*, III, 1898, p. 225-240 avec carte; C. E. BONIX: *La navigabilité du Fleuve Bleu, dans la Rev. de Géogr.*, mars 1901, p. 170-180.

² C'est le nom abrégé, mais usuel, de Souei-tcheou-fou.

³ Dans les appendices II et III, voir l'exposé de la méthode et des calculs; la position de 13 villes, dont 3 en aval d'I-tchang, a été directement déterminée.

⁴ Dans une traversée rapide d'I-tchang à Hankeou, le P. Chevalier a constaté qu'il y aurait lieu de rectifier et compléter ce document (p. 97). Ailleurs, près du Che-cheou-bien, le chenal navigable s'est déplacé et la carte anglaise induisait les bateaux à vapeur en un faux chemin (p. 11).

⁵ Description de la jonque et de l'appareil de halage (p. 15-18. Cf. BONIX, p. 173).

chinoise ¹ — la transcription ou « romanisation » anglaise est par elle-même assez significative, car la carte sera vraisemblablement plus consultée par des Anglais que par nos compatriotes. — Sur chaque feuille sont reportés les noms des localités, rive droite et rive gauche; enfin, sont figurés par des symboles spéciaux les sables, galets, grosses pierres, roches basses, roches hautes, falaises; la profondeur est chiffrée en mètres. Grâce à des touches très délicatement graduées, l'image est claire et parlante.

Entre l'tchang et Sui-fou, le Yang-tse se développe sur 1.124 kilomètres, dont 7+3 d'l'tchang à Tchong-king, et 381 de ce dernier point à Sui-fou ². C'est la section la plus critique de l'artère navigable; mais elle n'en est pas moins fréquentée, car elle est le chemin par où s'échangent les produits de l'Étranger et de la plaine chinoise avec ceux de la riche contrée du Sechouan et du Tibet, dont Tchong-king et Sui-fou sont les entrepôts. Aussi, est-elle suffisamment connue. Toutefois, si les notes et documents du P. Chevalier ne révèlent rien de neuf ou d'inédit, l'hydrographie et la géographie feront leur profit de mainte remarque.

La vallée d'l'tchang à Sui-fou est un couloir étroit, s'évasant rarement en bassins où l'horizon s'élargisse.

L'issue du défilé sur le cône de déjection étalé en une plaine alluviale marque la brusque retombée d'un gradin montagneux, que souligne une puissante fracture, celle du Hou Kouang; c'est à l'tchang même que le Yang-tse la coupe ³. L'escarpement est le rebord d'un massif tabulaire de calcaire paléozoïque, que le fleuve perce sur 138 kilomètres, et dont la section Nord-Ouest se redresse en plis. Plus loin, vers l'Ouest, un autre faisceau de plis plus larges se profile en falaises sur le fleuve. Assurément le P. Chevalier n'a pu apercevoir que la façade, le premier plan de cet ensemble orographique. Il a distingué toutefois depuis l'tchang jusqu'à la frontière de Sechouan six formations géologiques, qui sont des membres de ce que Richthofen appelle l'arc du Kouei; il étend les limites du « Bassin Rouge » de Richthofen au delà de Koueitchou fou, puisque les grès rouge qui donne le ton dominent dans les collines qui courent jusque vers Ouchan; il est frappé enfin de l'apparition d'une zone granitique entre les défilés de Nieou Kou mafei et d'l'tchang, zone dont Richthofen a dénoncé la signification. Le P. Chevalier a discerné les linéaments primordiaux de ce relief.

« En considérant, écrit-il, que presque toutes les collines du Sechouan, à l'exception de quelques chaînes plus hautes, sont formées de sédiments, conglomérats ou grès, il me paraît naturel de regarder le sommet de toutes ces collines comme le fond d'un ancien lac. Lorsque, par suite de la rupture des barrages naturels, par le creusement successif des gorges, les eaux se furent ouvert un passage vers l'immense plaine basse du Houpeï, et de là vers la mer, le lac se dessécha; le fond, déjà sans doute plus ou moins

accidenté, commença à se sillonner de ruisseaux, de ravins, de vallées, qui dessinaient de plus en plus les pics et les chaînes des montagnes actuelles. Telle du moins m'apparaît la genèse du « Set choan » ⁴.

Quoi qu'il en soit de cette explication, les échantillons géologiques rapportés par le P. Chevalier, les figures et croquis des paysages du Yang-tse, dont beaucoup semblent vus et rendus à la chinoise, seront d'utiles contributions aux notions déjà conquises sur l'architecture de l'Asie Orientale ⁵.

Le Yang-tse est un travailleur énergique et qui n'a point encore achevé sa phase héroïque ou militante. Son lit est encombré de rapides; autant sur la plate-forme nivelée d'l'tchang à la mer la pente est atténuée (0^m, 062 par kilomètre), autant elle s'accuse à l'amont, 0^m, 19^o sur le bief l'tchang-Tchong-king, 0^m, 25^o sur le tronçon Tchong-king-Sui-fou ⁶. Ce caractère quasi torrentiel du Yang-tse n'est pas peu renforcé par les écueils et les éboulis contre lesquels le courant se heurte et tourbillonne. Tous les obstacles sont connus des navigateurs indigènes, qui les baptisent de noms congrus et pittoresques; la nomenclature des rapides fait honneur à l'imagination et à l'humeur gouaenarde des Chinois ⁷.

Au risque de quelques chavirages et du harcèlement des baleurs, les jonques franchissent les passes difficiles, même lors des maigres eaux; et, quand le plan d'eau s'est haussé, elles évoluent avec aisance. Ce problème intéresse surtout la navigation à vapeur. Sur la foi d'un rapport vieux de trente ans, émanant d'une Commission d'exploration anglaise, le Yang-tse fut déclaré impraticable. Le P. Chevalier, dans une brochure spéciale, a réfuté ce dire, et, par une description topographique minutieuse, dissipé les préventions. « En remontant le Yang-tse, prononce-t-il, nous n'avons trouvé nulle part ni courant vraiment torrentiel, ni barrage, ni aucun endroit qui ne présentât une passe libre d'au moins 100 mètres de large. Aux basses eaux, qui durent environ quatre mois, il existe deux rapides qui offrent l'aspect d'un barrage, et qu'il serait peut-être difficile de passer autrement que par un touage » ⁸. Paradoxe apparent: la navigation à vapeur est moins laborieuse, moins dispendieuse qu'à la cordelle. « Notre manière de naviger à la cordelle nous oblige à longer de très près la rive sur laquelle repose notre moteur. Nous évitons ainsi le courant que nos baleurs ne pourraient vaincre, nous profitons des remous, mais, en revanche, nous sommes réduits à n'avancer qu'au milieu des rochers, où nous trouvons à chaque pas une pointe à doubler, un récif à éviter, un rapide à franchir. Un bateau à vapeur qui aurait à bord une force motrice suffisante pour vaincre le courant du fleuve trouverait partout une eau profonde et un chenal large sans aucun écueil. Il serait donc dans des conditions de sécurité incomparablement supérieures aux nôtres. L'unique obstacle est la rapidité du courant, qui exige un bateau à grande vitesse et par conséquent une machine consommant beaucoup de charbon ».

L'on sait que la solution pratique de la question a été tentée. Le 4 mars 1898, la jonque du P. Chevalier croisait, lors de son retour, un petit vapeur, le *Leccuon* que montait M. Archibald Little, un des plus hardis

¹ Pour la figuration des caractères, dit le P. Chevalier dans la *Préface*, le système suivi est celui du *Cursus litteraturæ sinicæ* de R. P. ZOTTOLI. Les noms chinois, recueillis au cours de l'expédition ont été rectifiés par des lettrés ou d'après les *Annales* (p. 67).

² Les estimations du P. Chevalier ne concordent pas avec celles de M. Bonin (*loc. cit.*, p. 471-472).

	M. BONIN	M. CHEVALIER
D'l'tchang à la mer	1.750 kilom.	1.550 kilom.
D'l'tchang au Tchong-king	600 —	743 —
De Tchong-king à Sui-fou	400 env.	381 —

La distance de Ping-chan à la mer, évaluée par le capitaine Blakiston à 1.550 milles = 2.400 kilomètres environ (CARLES, *loc. cit.*, p. 231), n'est pas exacte, puisque de Sui-fou, la distance est déjà de 2.674 kilomètres. — Ajoutons que le P. Chevalier a pu fixer à 400 mètres le *li* du Sechouan (p. 47).

³ RICHTHOFFEN: Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asiens, dans les *Sitzungsber. Akad. Berlin*, XL, 1900, 893-898.

⁴ p. 81.

⁵ Parmi d'autres observations du même ordre, le P. Chevalier signale (p. 73) des marmites fluviales (Cf. BARNES: Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales, dans les *C. R. Acad. d. Sc.*; XXVI, 1893, p. 537-60).

⁶ Ces évaluations sont dues au P. Chevalier (Appendice IV).

⁷ Certains rapides sont appelés *passage des haricots*; un autre, *banc de riz froid*; un autre, *ôte-les-bottes*. La toponymie locale est curieuse, et l'on saura gré au P. Chevalier, d'en avoir donné la traduction, même au prix de la pudeur. Il est fort choqué du nom de *tétino de vache* appliqué à une montagne, bien qu'il reconnaisse la justesse de l'appellation (p. 8).

⁸ *La navigation à vapeur*, p. 5.

⁹ *Voyages et descriptions*, p. 30.

pionniers, si l'on peut dire, du bassin du Yang-tse¹, et qui, quatre jours après cette rencontre, atterrissait au quai de Tchong king. Ce fut un tour de force, mais exécuté dans des conditions anormales. En effet, outre que le tonnage et la vitesse de la chaloupe étaient trop faibles pour une marche sûre et un trafic rémunérateur, il fallut 100 à 150 hommes pour le hisser par-dessus les rapides du Sint'an et de Miaochitsé, « à la façon des jonques », remarque assez ironiquement le P. Chevalier. Depuis cette date, une canonnière anglaise, d'un modèle spécial, réussit à monter jusqu'à Sui fou. Mais un vapeur de commerce de Brème, le *Sinh-Siang*, d'un tonnage trop fort, s'échoua en chemin².

Le P. Chevalier aura donc bien mérité des intéressés en procédant, soit sur sa carte, soit dans le texte explicatif, au levé des rapides les plus périlleux ou les plus mal famés: le Sint'an ou nouveau Rapide de Yung-yanhien (3 kilomètres en amont de cette localité); l'Ytan ou Rapide I (6 kilomètres en amont de Koei tcheou); le Sint'an, autre nouveau Rapide (10 kilomètres en aval de la même ville), enfin le Kong ling et le Ta-Tong, plus rapprochés d'I-tchang. Les rapides dits nouveaux sont dus à des éboulements de roches détremées par les pluies; un de ces accidents s'est produit à la fin de 1896³. Sans avoir pu partout jeter la sonde, le P. Chevalier a déduit, d'après la vitesse du courant et le débit dans les passes, la profondeur du chenal praticable. Et il conclut qu'au prix de quelques déblaiements et dérochements — travaux déjà en voie d'exécution sous la direction des Douanes impériales — tout vapeur filant 15 à 16 nœuds circulerait sans obstacle sérieux. Nous n'avons pas ici à contrôler le témoignage ou l'expérience du P. Chevalier: ce que nous voulons retenir, c'est que l'investigation des rapides livrera des éléments précieux pour l'hydrologie du fleuve.

L'Atlas du Haut Yang-tse est donc aujourd'hui le document le plus sûr et le plus suggestif pour la pénétration du bassin, et notamment du Sé-Tchouan, ce foyer d'attraction et ce champ d'exploitation que se disputent les Puissances commerciales⁴. Il est vrai, s'il faut en croire le P. Chevalier, que ces âpres convoitises s'exposent à quelques déceptions. La population lui a paru moins nombreuse et moins dense qu'on se l'imagine. « En tout cas, elle est très pauvre et habituée à des besoins minimes », trop misérable encore pour payer les articles « offerts à sa cupidité ». Ce n'est là qu'une impression personnelle, le P. Chevalier confesse que les questions économiques lui sont peu familières.

Il n'a donc fait qu'effleurer ce sujet. Que n'a-t-il usé de la même discrétion au regard de la question des missionnaires⁵. Bien que le récit soit rédigé sous forme de journal de voyage, une polémique religieuse et politique n'en est pas moins déplacée dans une œuvre de science, qui eût gagné à n'être que le commentaire de l'Atlas.

BERTRAND AUERBACH,

Professeur de Géographie à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Lemaître (Aug.), Professeur au Collège de Genève.
— Audition colorée et Phénomènes connexes observés chez des écoliers. — 1 vol. in-8° de 173 pages, avec 120 figures. Prix: 4 fr. F. Alcan, éditeur à Paris, et Ch. Eggimann et Co, éditeurs à Genève, 1901.

Sous ce titre, l'auteur nous donne les résultats d'une enquête qu'il a faite sur les élèves de la sixième classe du Collège de Genève. Ce livre est une excellente contribution à l'étude de l'audition colorée, en ce sens qu'il nous apporte une très ample moisson de documents.

Sur 112 élèves répartis entre les quatre divisions de cette classe, 40 possèdent des photismes, c'est-à-dire des associations de sons et de couleurs, soit 36 %, pourcentage sensiblement supérieur au pourcentage moyen (15 %) constaté jusqu'ici. Quant à la nature des couleurs correspondant aux voyelles, cette étude a, comme les précédentes, souligné l'absence de tout caractère constant.

La et *Li* s'associent à sept espèces de couleurs, avec, toutefois, une prédominance du rouge pour *La* et du blanc pour *Li*.

Le et *Lu* revêtent neuf espèces de couleurs, sans prédominance sensible de l'une ou de l'autre.

Lio évoque aussi neuf espèces de couleurs, mais avec une prédominance du noir.

Les consonnes, les jours de la semaine, les mois de l'année, les nombres ont aussi leur coloration, sans qu'on puisse y remarquer plus de fixité que chez les voyelles. Il est à regretter que l'auteur n'ait pas jugé bon de faire préciser la nature de cette image chromatique.

Les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* que la question de l'audition colorée intéresse savent, en effet (voir numéro du 30 août 1900), que celui pour lequel il n'existe qu'une certaine convenance d'harmonie entre les sons et les couleurs n'est pas auditif-coloriste au même titre que celui qui possède des images extériorisées; et l'on peut se demander s'il y a de l'audition colorée dans le fait de voir: janvier et février, blancs; mars, avril et mai, verts; juillet et août, jaunes; septembre, octobre et novembre, gris.

Sur les 112 élèves de la sixième classe, 21 possèdent des diagrammes, phénomène « qui se distingue du photisme en ce qu'il s'applique non seulement aux mots considérés en eux-mêmes, mais en ce qu'il constitue une série, un groupement spécial de termes similaires occupant dans le champ de la vision mentale une position déterminée ». Ainsi, par exemple, les mois de l'année sont vus écrits, chaque fois que le sujet y pense, sur toute la longueur d'une circonférence ou d'une ellipse, ou encore éveillant l'idée d'une boîte à compartiments ou des parallélogrammes combinés; les chiffres, sur une ligne qui s'élève de droite à gauche, ou de gauche à droite, et par paliers plus ou moins réguliers, etc... Enfin, 2 élèves seulement ont des personifications; en d'autres termes, ce sont des personnages qu'évoquent chiffres, mois de l'année, jours de la semaine, etc.

Mais la majeure partie du livre (111 pages) est consacrée à l'exposé des synopses de trois sujets exceptionnels. On ne saurait donner une idée de la bizarrerie des phénomènes qu'ont eut Rodolphe Moine, Pierre Lefort et Jules Pradel et qu'illustrent 103 figures.

Quant à l'explication, M. Lemaître fait une large part à l'association, surtout inconsciente, sans oublier, toutefois, que l'association ne peut être que la cause occasionnelle du phénomène et que, pour produire l'audition colorée, il faut un terrain prédisposé.

JEAN CLAVIÈRE,

Professeur de Philosophie, au Collège de Château-Thierry.

¹ M. Little a conté lui-même sa tentative dans la 3^e édition (Londres, 1898) de son célèbre ouvrage: *Through the Yang tse gorges of Trade and Travel in Western China*.

² Boxix, *loc. cit.*, 172. Cf. EBERKE: Mit dem Dampfer über die Yang-tse Schnellen (*Ostasiatische Rundschau*, t. fasc. 3, p. 43-61. Shanghai, Deutsche Druckerei, 1901).

³ On comparera la description du P. Chevalier (p. 35) avec celle de BOXIX: The New Rapid on the Yang-tse, *Geogr. Journal*, 1897, X, p. 491-505; ainsi que les croquis (Pl. XVIII de l'Atlas et BOXIX, p. 193). Cf. EYSSERIC: Notes sur les rapides du Yang-tse-kiang, dans les *Annales de Géogr.*, p. 522-6 1895-1896.

⁴ M. BOXIX (*loc. cit.*, p. 179) considère que la voie fluviale sera toujours préférée, pour le trafic, au chemin de fer, et doute que la ligne ferrée du Tonkin, même si elle atteignait Sui fou pût jamais détourner le courant. Cf. Capit. F. BERXARD: L'Indo-Chine *Rev. de Paris*, 15 févr. 1901, p. 748.)

⁵ P. 60 et suiv.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

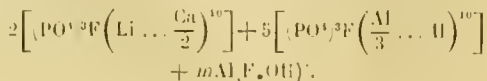
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Mai 1901.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie le décès de M. Henry Rowland, Correspondant pour la Section de Physique. — La Section de Médecine et de Chirurgie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Potain : En première ligne, MM. Charrin et Jaccoud; en seconde ligne, MM. Cornil, Fournier, Hayem, Lancereaux, Laveran et Richet.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Henri Dulac étudie les intégrales réelles des équations différentielles du premier ordre dans le voisinage d'un point singulier. — M. Lelièvre communique ses recherches sur certaines relations involutives par rapport à p variables x, y, \dots, t , qui se rencontrent dans certains problèmes de Géométrie et qui sont caractérisées par la propriété d'être vérifiées par tout groupe de p quelconques des m racines d'un polynôme entier $f(x)$. — M. F. Siacci indique quelques cas d'intégrabilité d'une équation posée par d'Alembert et relative au mouvement d'un projectile dans un milieu résistant, la résistance étant supposée directement contraire à la vitesse et fonction de la seule vitesse. — M. P. Duhem, en partant des théorèmes d'Hugoniot et des lemmes de M. Hadamard, démontre que, quel que soit l'ordre d'une onde, elle ne peut se propager au sein d'un fluide visqueux.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Lippmann présente un galvanomètre parfaitement astatique (voir page 351). — M. H. Pellat décrit une expérience d'oscillation électrique (voir le compte rendu de la séance du 7 juin de la Société française de Physique). — M. R. Paillet a étudié, par la méthode de l'isthme, la perméabilité des aciers au nickel dans les champs intenses. Pour les aciers irréversibles, la perméabilité augmente sensiblement dans les champs intenses. Pour les aciers réversibles, elle diminue, au contraire, régulièrement quand le champ augmente. — M. Larroque indique les lois de l'écoulement de l'air dans les instruments de musique. — MM. Tissier et Grignard ont préparé des dérivés organo-magnésiens aromatiques: bromure de magnésium-phényle et de magnésium-tolyle. Le premier réagit sur le benzoate de méthyle pour donner le triphénylcarbinol $(C^6H^5)_3COH$, sur l'acétone pour donner le phényldiméthylcarbinol $C^6H^5(CH^3)_2COH$; sur le chlorure d'acétyle pour donner après déshydratation le diphenyléthylène $(C^6H^5)_2CH^2$. — M. A. Etard, en soumettant à l'hydrolyse sulfurique les os de bœuf décalcifiés, a obtenu : 1^o du glycocole, de la leucine et un peu de tyrosine; 2^o une matière sirupeuse très soluble dans l'alcool concentré; 3^o une matière tout à fait insoluble dans l'alcool méthylique concentré. La partie insoluble peut-être obtenue à l'état cristallin; elle correspond à peu près à la composition $C^{18}H^{35}Az^{10}O^{16}$ et fixe une molécule de BaO. — M. Th. Schlœsing fils a déterminé la quantité d'acide phosphorique soluble dans l'eau de diverses terres et a trouvé des chiffres allant de 130 à 440 kg. à l'hectare, stock qui peut survenir aux besoins de nombreuses récoltes. La proportion d'acide phosphorique soluble dans l'acide azotique très dilué (1 à 2 dix-millièmes) suit celle des phosphates solubles dans l'eau. — M. Henri Lasne a fait l'analyse de deux échantillons d'ambygonite recueillis à Montebraz (Creuse). Il en déduit la formule suivante :



où m est égal à 3 pour le premier échantillon et à 8 pour le second.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. R. L. Craciunu a constaté, d'une façon générale, que les déchets qui s'accumulent dans la bile sont plus abondants dans la jeunesse et à l'état de maigreur que dans la vieillesse et à l'état d'engraissement. L'excrétion de la lécithine est maxima chez les animaux vieux, maigres ou gras, comme si cette substance était un produit de déchet de l'organisme. — M. A. Guilliermond a étudié la sporulation des levures, en particulier du *Sacch. Ludwigi*. Au moment de la sporulation, il semble s'effectuer une sorte de dissolution des grains rouges contenus dans les vacuoles et ces corps paraissent se comporter comme des matières de réserve.

Séance du 20 Mai 1901.

M. A. Laveran est élu membre dans la Section de Médecine et de Chirurgie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Janssen annonce qu'il a reçu de M. de la Baume-Pluvinet, chargé d'observer l'éclipse de Soleil du 18 mai à Sumatra, une dépêche signalant que les observations ont été bonnes. M. Binot, chargé d'une mission analogue à la Réunion, a eu également un temps superbe. — M. G. Bigourdan a observé à Paris, dans la nuit du 17 au 18 mai, l'éclipse du quatrième satellite de Jupiter. — M. M. Luizet communique ses observations de Nova Persée du 1^{er} mars au 29 avril, faites par la méthode des degrés. Les variations rapides d'éclat de cette étoile atteignent encore une grandeur; mais il ne semble pas que leur périodicité soit régulière. — M. Léon Autonne communique six nouveaux théorèmes sur les groupes réguliers d'ordre fini.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. L.-C. de Coppet communique les abaissements moléculaires de la température du maximum de densité de l'eau produits par la dissolution des chlorures, bromures et iodures de potassium, sodium, rubidium, lithium et ammonium. Le rapport entre les abaissements produits par le chlorure et bromure ou le bromure et l'iodure d'un même métal est sensiblement le même pour tous les métaux du groupe. — M. Pierre Lefebvre a étudié la décomposition des alcools passaut sur le carbure de calcium chauffé vers 500°. On obtient, dans tous les cas, un excès considérable d'hydrogène libre ou combiné; par contre, les produits liquides présentent un déficit d'hydrogène; on trouve, en effet, l'aldéhyde correspondant à l'alcool employé. — MM. Ch. Moureu et H. Desmots ont réalisé la synthèse des alcools primaires acétyléniques par la condensation des carbures acétyléniques vrais avec l'aldéhyde formique. En partant de l'éthanthylidène, on obtient l'alcool amylopropionique; avec le phénylacétylène, on a l'alcool phénylpropionique. — M. P. Freundler, à propos de la note de M. Descudé relative à l'action des chlorures d'acide sur les éthers-oxydes en présence du zinc, rappelle que M. Freund a déjà obtenu des résultats analogues. M. Freundler lui-même étudie depuis quelque temps l'action du couple zinc-cuivre sur les chlorures d'acides. — M. J.-A. Trillat a reconnu que : 1^o tous les alcools primaires de la série grasse sont oxydables sous l'influence de la spirale de platine; 2^o on peut limiter l'oxydation à l'aldéhyde correspondant à l'alcool; 3^o la présence d'eau n'est pas un obstacle à l'oxydation; elle peut même la favoriser; 4^o les corps poreux et le noir de platine donnent par oxydation les acides correspondants plutôt que les aldéhydes; 5^o la formation des acétals, sous l'influence catalytique, est constante, au moins pour

les premiers termes de la série grasse : en outre, la réaction est réversible. — M. Ach. Livache a étudié la substitution du blanc de zinc à la céruse dans la peinture à l'huile et les enduits. Les compositions et prix de revient de tous les produits à base d'oxyde de zinc qu'il a obtenus ont été reconnus comme donnant entière satisfaction au point de vue de la pratique, tout en présentant le double avantage d'être inoffensifs et moins altérables. — M. Th. Schlœsing a recherché sous quel état se trouve l'alumine dans les terres végétales, en particulier certaines terres de Madagascar. La plupart des échantillons étudiés contiennent, en proportions souvent considérables, soit de l'alumine libre, soit un silicate de cette base très attaquant par une dissolution diluée de soude; cette alumine et ce silicate se trouvent, en majeure partie, à l'état sableux, et ne sont pas des agents de ténacité dans ces terres; enfin, ils ne paraissent pas faire obstacle à la végétation. — M. P. Tailleux a constaté que la plantule du hêtre contient un glucoside et une diastase qui, sous l'action de l'eau, donnent naissance à de l'éther méthylsaliicylique et à du glucose assimilé par la plante. Cette réaction, localisée dans l'axe hypocotylé, ne se produit ni dans la graine, ni dans la plantule âgée. La formation de l'éther méthylsaliicylique est donc caractéristique de la période germinative du hêtre. — M. L. Hugouenq, en faisant réagir le persulfate d'ammoniaque sur l'albumine, a constaté la formation de 5° „ d'urée.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. Bordier et Gilet ont étudié l'électrolyse des tissus animaux, et ont reconnu que la condition nécessaire pour que le courant ne subisse pas une chute sensible après le renversement, c'est la présence constante, au niveau des aiguilles, d'un électrolyte en quantité suffisante pour imprégner les tissus. — MM. M. Caullery et F. Mesnil ont observé que le cycle évolutif des Orthonectides comprend au moins deux termes bien distincts, ayant chacun leur individualité : les plasmodes, les formes ciliées sexuées; il y a, si l'on veut, alternance de générations. — M. L. Duparc a distingué sept types principaux dans les schistes de Casanna en Valais : 1° micaschistes et gneiss à mica blanc; 2° chlorito-schistes et gneiss chloriteux; 3° schistes et gneiss chlorito-micacés; 4° schistes calcario-micacés et chloriteux; 5° schistes amphiboliques; 6° schistes à glaucophane; 7° schistes à chloritoïde. — M. W. Kilian communique quelques observations sismologiques faites à Grenoble. Cette station enregistre régulièrement, non seulement les ébranlements locaux, mais des secousses lointaines. Louis BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Avril 1901.

M. le Président annonce le décès de M. H. Napias, membre de l'Académie.

M. Hervieux lit un rapport au Ministre de l'Intérieur sur les instituteurs et institutrices qui ont contribué le plus activement à la propagation de la vaccine. — M. Delorme signale le cas d'un militaire qui fut blessé presque à bout portant par une balle de fusil Lebel; celle-ci produisit une fracture de l'humérus, une section de l'humérale et de la radiale et une dilacération explosive de l'avant-bras. Traité par la méthode conservatrice, le membre a gardé sa fonction, ayant seulement perdu une partie de sa force et de sa mobilité. — M. E. Scrinì lit un mémoire sur le strabisme chez les nouveau-nés. — M. Lemoine de Lille communique un travail sur les sanatoria dans le traitement de la tuberculose. — M. Morel-Lavallée lit un travail sur la nature et le traitement de la goutte. — M. de Langenhagen donne lecture d'un mémoire sur un cas de pseudo-lithiase intestinale d'origine médicamenteuse.

Séance du 7 Mai 1901.

M. Panas présente un rapport sur un travail de M. José Presas relatif à de nouvelles échelles optomé-

triques et chromo-photométriques. L'auteur a été amené à remplacer dans tous les cas les échelles typographiques par les échelles formées de carrés ouverts d'un seul côté destinées aux illettrés. Il se rattache complètement au système Landolt. — M. Régis de Bordeaux lit un mémoire sur le délire onirique des intoxications et des infections.

Séance du 14 Mai 1901.

M. Chauvel présente un rapport sur un mémoire de M. Galezowski concernant les névrites et thromboses rétiniennes paludéennes et leur guérison par la quinine. Il ne semble pas que, dans tous les cas, on se trouve bien en présence d'affections oculaires d'origine palustre. Celles-ci n'en sont pas moins bien établies, ainsi que le bon effet du traitement par la quinine. — M. A. Railliet présente un rapport sur un travail de MM. Lucet et Costantin relatif à quelques champignons pathogènes nouveaux. Les auteurs ont observé, dans les crachats d'une femme atteinte d'une affection lente des voies respiratoires, un champignon qu'ils nomment *Rhizomorpha parasitica*. Un cheval atteint de teigne leur a fourni trois champignons : *Mucor corymbifer* var. *Truchisi*, *M. c.* var. *Requieri* et *Sterigmatocystis pseudo-nigra*. — M. J. V. Laborde cite des cas qui montrent que, lorsqu'on fait intervenir des sensations auditives agréables, en particulier des sensations musicales, sur un sujet, en même temps qu'on pratique l'anesthésie opératoire par le peroxyde d'azote, le sujet supporte des opérations très douloureuses, en particulier sur les dents, sans ressentir, pendant et après, la moindre souffrance. — M. Hacks lit un mémoire sur la scrofule des enfants. — M. Suarez de Mendoza lit un travail sur le vertige nasal guéri par l'ablation bilatérale d'un copeau de la cloison épaisse.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Avril 1901.

M^{me} Rondeau-Luzeau a étudié l'action des solutions isoloniques de chlorures et de sucre sur les œufs de *Bana fusca*. — MM. Tuffier et G. Milian montrent que le cytodagnostic diffère d'une manière absolue la péritonite tuberculeuse du kyste de l'ovaire; le liquide de la première renferme des lymphocytes, tandis que celui de la seconde contient une très grande variété de cellules, surtout de très grosses cellules rondes ou ovalaires vacuolées. — M. André Lombard a reconnu que l'hyperleucocytose est constante après l'injection d'atropine ou de strychnine à un animal réfractaire. Elle est d'autant plus manifeste que l'animal est plus réfractaire et que la dose injectée est plus considérable. — M. A. D. Waller a constaté que les rayons qui font travailler les chloroplastes sont surtout les rayons lumineux rouges. — M. G. Weiss a reconnu qu'au voisinage de l'optimum d'excitabilité du nerf, pour des ondes de même durée, l'excitation est directement liée à la quantité d'électricité mise en jeu, et non à la quantité d'énergie dépensée. — M. H. Ribaut a constaté que le violet de méthyle, en se fixant sur les cellules hépatiques, paralyse leur fonction anticoagulante dont l'exercice est provoqué par la peptone à l'état normal. — MM. Bordier et Lecomte prouvent que les courants de haute fréquence, appliqués suivant la méthode de l'auto-conduction, activent notablement les réactions interstitielles, et par suite augmentent la production de l'énergie calorifique dissipée dans le milieu extérieur par la surface du corps des animaux. — M. H. Surmont a préparé un sérum cytotoxique pour la cellule pancréatique du chien en injectant dans la cavité péritonéale des lapins une émulsion de cellules pancréatiques du chien. MM. P. Carnot et M. Garnier poursuivent depuis plusieurs mois des recherches analogues. — M. H. Dominici a recherché la formule hémoleucocytaire de la vaccine expérimentale du lapin. Il a distingué trois périodes; mononucéaire faible, suivie d'une polynucléose, qui fait place

elle-même à une mononucléose marquée. — MM. Cl. Regaud et A. Policard ont constaté, chez la chienne, que l'épithélium folliculaire élabore une substance à réaction histo-chimique spéciale, qui se présente sous forme de gouttelettes logées dans des vacuoles intra ou extra-cellulaires. Cette substance passe à travers la zone pellucide, s'accumule peu à peu dans le protoplasma de l'ovule, qui, arrivé à maturité, en renferme une quantité considérable. — Les mêmes auteurs déduisent, de leurs recherches sur le testicule de porc, que la fonction sécrétoire des cellules interstitielles s'établit bien avant la fonction spermatogénétique (testicule impubère) et qu'elle persiste lors même que la fonction spermatogénétique ne s'est jamais établie (testicule ectopique). — M. F. Cathelin annonce qu'il a expérimenté simultanément et indépendamment de M. Sicard, la méthode des injections épidermales d'anesthésiques par le procédé du canal sacré. Cette méthode présente des avantages marqués sur celle des injections sous-arachnoïdiennes. — M. Angel Gallardo montre que les croisements des radiations polaires dans les figures karyokinétiques ne sont nullement incompatibles avec l'adoption d'une interprétation dynamique, et viennent plutôt la compléter. — MM. Athias et C. França ont constaté la présence de *Mastzellen* dans les vaisseaux corticaux, chez un paralytique général.

Seance du 4 Mai 1901.

M. C. Bonne a constaté, au niveau d'une bronche chez un bœuf sain, l'existence d'une leucocytose éosinophilique avec essaimage des granulations dans le voisinage d'une glande en suractivité. — MM. Lecène et Legros signalent un cas d'hémithorax traumatique infecté à streptocoque et à *B. perfringens*. — M. Legros a employé le sérum antidiphthérique dans le traitement de la pneumonie expérimentale chez la souris; les résultats ont été toujours négatifs. — MM. Sabrazès et Fouquet ont constaté que l'urine du chien à la mamelle n'est pas hémolytante. — M. Nocard admet l'identité du surra et du nagana; par contre, il lui paraît certain que le trypanosome de la dourine est spécifiquement différent de celui du nagana. — M. G. Weiss énonce la loi suivante de l'excitation électrique des nerfs: Quand une excitation électrique parcourant un nerf a une durée t , la quantité d'électricité nécessaire pour provoquer la réponse minima est liée au temps par la formule $Q = a + bt$, a et b étant deux coefficients indépendants des conditions de l'expérience. Toutes les qualités déterminées par cette formule sont physiologiquement équivalentes. — M. H. Stassano a observé que le petit noyau des trypanosomes donne naissance à un flagelle accessoire se dirigeant vers la partie postérieure. M. A. Laveran, qui a examiné les mêmes préparations, croit cette conclusion prématurée. — MM. Cl. Regaud et A. Policard ont étudié les phénomènes sécrétoires, les formations ergastoplasmiques et la participation du noyau à la sécrétion dans les cellules des corps jaunes chez le Hérisson. — M. Cl. Regaud met en lumière l'indépendance relative de la fonction sécrétoire et de la fonction spermatogène de l'épithélium séminal: un testicule stérile n'est pas par cela même un organe absolument inutile. — M. J. P. Morat a observé, dans les ganglions spinaux de la grenouille, une réserve adipeuse très abondante en hiver et qui disparaît complètement en été. — M. C. Bonne pense que ces gouttelettes graisseuses à existence temporaire sont des matériaux de réserve destinés à la nutrition de la cellule nerveuse. — M. F. Cathelin indique la technique des injections épidermales par la voie du canal sacré. Il pense que la cocaine agit par osmose au travers des riches plexus veineux intra-rachidiens. — M. A. Sicard indique également la technique qu'il emploie dans les injections sacro-coccygiennes et quel est, selon lui, le mécanisme de l'analgésie. — M. J. Hobbs a constaté que l'injection de sérum d'urémique chez le cobaye a une action néphro-

toxique très nette. — M. P. L. Simond décrit deux nouvelles coccidies: le *Coccidium Kermorganti* qu'il a rencontré dans la rate du *Gavialis gangeticus*, et le *Coccidium Legei* trouvé chez une tortue de l'Inde, le *Cryptopus graiosus*. — MM. Ch. Achard et M. Loeper ont étudié la formule leucocytaire dans quelques infections expérimentales. Elle paraît indépendante de la nature des virus; elle dépend, au contraire, de la façon dont s'accomplissent les réactions de l'organisme à l'infection.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Seance du 17 Mai 1901.

A propos de la récente Note de M. Morize sur des méthodes propres à déterminer la vitesse des rayons X, M. Bernard Brunhes fait remarquer que ces méthodes ne sauraient permettre de mesurer que des vitesses de beaucoup inférieures à la vitesse de la lumière. — M. Georges Rosset présente une pile électrique à dépolarisant spontanément régénérable par réoxydation directe à l'air. Le dépolarisant de cette pile, réduit par l'hydrogène de dépolarisation, vient se réoxyder à l'air par la surface de la pile, pendant son fonctionnement même et sans nécessiter aucune manipulation: ce dépolarisant, qui se régénère ainsi spontanément par réoxydation directe à l'air, est donc inusable. Il est constitué par du cuprate d'ammonium, qui, réduit dans la pile, devient du cuprite; celui-ci, à l'air, est ramené à l'état de cuprate, et le dépolarisant se trouve ainsi spontanément régénéré. Il est intéressant de noter que le cuprite lui-même est un oxydant, et peut dépolariser au besoin en déposant sur le pôle positif (charbon) du cuivre métallique très bon conducteur: lors d'un repos, ce cuivre se redissout et reforme finalement le cuprate primitif. La solution excitatrice, étant à base de chlorure d'ammonium, fournit de l'ammoniaque au pôle positif pendant le fonctionnement, ce qui compense les pertes inévitables du dépolarisant en ammoniaque. La diffusion du dépolarisant est évitée par l'emploi d'une membrane colloïdale semi-perméable de ferrocyanure de cuivre, obtenue par voie de précipitation chimique dans l'épaisseur de la cloison poreuse. Grâce à l'ammoniaque libre du dépolarisant, dans laquelle le ferrocyanure de cuivre est soluble, cette membrane, toujours récemment reprécipitée, se trouve entretenue à l'état colloïdal et reste ainsi semi-perméable. D'après les essais officiels du laboratoire central d'Électricité, faits en décharge continue sur 10 ohms, la variation dans l'intensité est de moins de un milliampère par vingt-quatre heures, pendant un mois qu'a duré l'essai. Cette variation est d'ailleurs très continue. La constance de cette pile est donc remarquable. L'usure du zinc est extrêmement régulière: le crayon de zinc devient un véritable fil. Le renouvellement du zinc et de la solution excitatrice rend à la pile son énergie première: la courbe reprend la même allure, un milliampère au-dessus de la première. Ce fait démontre l'inusabilité du dépolarisant. En bouchant le trou de respiration du dépolarisant, la force électro-motrice et le débit baissent plus rapidement que d'ordinaire, et remontent quand on donne de nouveau accès à l'air. On remarquera que les deux états d'oxydation, cuprate et cuprite, sont obtenus dissous, condition indispensable à ces réactions successives de réduction et de réoxydation à l'air; que ces deux états sont de puissants oxydants presque équivalents; que les produits de la réduction, même jusqu'à l'état métallique, reviennent toujours à l'air à leur état primitif de maximum d'oxydation; que la solution excitatrice peut compenser au fur et à mesure les pertes inévitables du dépolarisant en ammoniaque; qu'entin la composition même du dépolarisant permet d'entretenir la membrane semi-perméable, qui doit en éviter la diffusion, à l'état colloïdal convenable. Il y a là un concours de circonstances qui font du cuprate d'ammonium une

solution particulièrement heureuse de ce problème si intéressant : Dépolariser par l'oxygène de l'air, au moyen d'un intermédiaire chimique, et constituer par suite un dépolarisant inusable. — M. G. Lippmann présente un nouveau galvanomètre parfaitement astatique. Au lieu d'employer deux aiguilles aimantées astatiques l'une par l'autre, M. Lippmann n'emploie qu'une seule aiguille *ab* demeurant invariablement dans le plan du méridien magnétique. Le courant à mesurer passe dans deux bobines AB d'axe commun *ab*, qui entourent respectivement les pôles *a* et *b* de l'aiguille aimantée et agissent dans le même sens, l'une A repoussant, l'autre B attirant l'aiguille. Un fil de cocon *l* porte l'aiguille *ab*; il est attaché au levier *l*, d'une balance de torsion. Au moyen du tambour torseur de cette balance, on a réglé l'axe de la balance perpendiculaire à l'axe de l'aiguille *ab*. Quand le courant agit, l'aiguille *ab* se déplace parallèlement à elle-même et la Terre ne tend pas à déplacer l'aiguille; la seule force directrice est celle de la torsion de la balance *l*. Malgré l'emploi d'un fil de cocon, le modèle présenté par M. Lippmann est très maniable. La durée d'oscillation est d'environ une minute et l'amortissement est complet après trois oscillations. La sensibilité est proportionnelle à la longueur du bras de levier de la balance de torsion. Il faut prendre une aiguille fortement aimantée et pas trop légère. La sensibilité

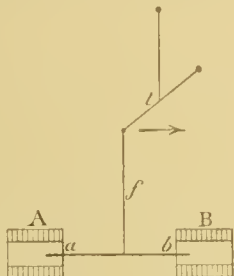


Fig. 1. — Schéma du galvanomètre astatique de M. Lippmann. — *ab*, aiguille aimantée; A, B, bobines; *l*, fil de cocon; *l*, levier de la balance de torsion portant un petit contre-poids.

paraît comparable à celle d'un galvanomètre Thomson. L'amortissement devient très grand quand le galvanomètre est fermé sur lui-même. L'appareil, facile à construire, est d'un emploi commode : l'orientation de l'aiguille aimantée est bien fixe, tandis que les systèmes qui sont seulement astatiques par compensation ont une orientation essentiellement variable. M. Pellat dit que cette variation du zéro s'observe, en effet, fréquemment avec les galvanomètres Thomson à aimant directeur. M. Broca dit qu'avec le système à deux aiguilles verticales de M. P. Weiss, formant un circuit magnétique complètement fermé, on a un zéro très fixe. Il rappelle les excellents résultats qu'il a obtenus au moyen d'un équipage à points consécutifs; l'avantage sur le galvanomètre de M. Lippmann est que ces équipages sont insensibles à l'action d'un champ uniforme et même encore à l'action d'un changement uniformément varié du champ. — A propos de la communication de M. A. Cotton, du 13 avril (*Réseaux obtenus par la photographie des franges d'interférence*), M. Lippmann annonce la propriété suivante que devront posséder les réseaux obtenus par M. Cotton : Si la lumière employée pour produire les franges renferme deux longueurs d'onde différentes, λ et λ' , le réseau obtenu par la photographie de ces franges sera capable

de dévier, dans la même direction, les lumières de longueur d'onde λ et λ' . Si la lumière productrice des franges est blanche, le réseau enverra dans une même direction toutes les couleurs de cette lumière et par conséquent constituera un réseau achromatique. M. Cotton indique qu'il n'a fait jusqu'ici d'expériences qu'avec la raie indigo du mercure, employée seule. Mais il avait, lui aussi, examiné le cas où les photographies seraient faites avec plusieurs radiations superposées, et remarqué la réversibilité que M. Lippmann vient de signaler. Lorsque le réseau complexe obtenu avec une lumière colorée, formée de plusieurs radiations simples, est éclairé par un faisceau parallèle de lumière blanche, il y a encore une direction privilégiée où les radiations primitives ont leurs maxima superposés. En isolant lentille et fente, les rayons diffractés dans cette direction, on peut théoriquement reproduire la couleur de la lumière qui avait servi à faire la photographie. Mais il faut que les maxima soient suffisamment intenses et conservent leurs intensités relatives. Il faut donc que l'action photographique et l'intensité de la lumière incidente aient entre elles une relation telle que chaque réseau élémentaire ne donne qu'un spectre. M. Cotton revient sur ces questions et présentera à la Société des réseaux qu'il obtient avec les ondes stationnaires. — M. Guillaume signale un mémoire de M. Lyman (*Physical Review*, janvier 1901), dans lequel l'auteur étudie l'apparition de fausses raies spectrales dans les spectres des réseaux de Rowland et les explique par l'influence des inégalités périodiques des intervalles des réseaux. M. A. Cornu signale les diverses erreurs que comporte l'emploi des réseaux. Il rappelle comment on peut reconnaître les inégalités périodiques par sa méthode du *moiré*, en superposant presque parallèlement deux réseaux transparents obtenus avec la même machine à diviser, ou, d'une manière plus générale, deux copies transparentes d'un même réseau obtenues par la méthode de M. Izarn. Quand on trace un réseau, il faut rendre très constante la tension du système qui relie la machine à diviser au moteur; pour cela, il convient de produire la tension à l'aide de poulies et de poids tenseurs. Une expérience très simple pour juger des défauts d'un réseau consiste à observer la lueur que le réseau diffracte entre le premier spectre et l'image de la lente éclairante. Dans un spectroscopie à vision directe, sur la fente duquel on fait tomber la lueur précédente, on aperçoit plusieurs raies. Le réseau superpose ainsi au spectre régulier une foule de spectres tenant aux inégalités périodiques de la vis. D'une manière générale, l'emploi d'un spectroscopie par réfraction est un contrôle nécessaire des observations des spectres des réseaux, outre qu'il fournit une dispersion particulièrement grande dans l'ultra-violet. — M. D. Korda signale un cas remarquable de vitesse de cristallisation. En une fraction de minute seulement, il a fait cristalliser, par refroidissement dans l'eau, des culots de ferrosilicium. La forme des cristaux varie avec la proportion de silicium : longues aiguilles pour 10 % de silicium (formule Fe^2Si); — tétraèdres de 1 à 10^{mm} de côté pour 22 à 23 % de silicium (formule FeSi); — lames d'aspect micaïc pour 30 % de silicium (formule FeSi^2). Des cristaux jaunes de ferromanganèse, ou argentés de ferrochrome, se forment d'une manière aussi rapide dans des conditions analogues.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Avril 1901 (suite).

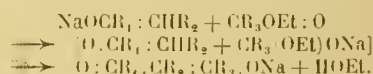
M. W. Ackroyd poursuit ses recherches sur les eaux de Moorland, et montre que la présence du chlore s'explique facilement par la quantité de chlorure de sodium existant dans l'eau de pluie, surtout en hiver.

M. A. C. Perkin a étudié la *robinine*, glucoside des fleurs du *Robinia pseudoacacia*. Séchée à l'air, elle possède la formule $\text{C}^{24}\text{H}^{40}\text{O}^{28},8\text{H}^2\text{O}$. Elle est hydrolysée par les acides minéraux dilués en une matière colo-

¹ M. Lippmann montre que son galvanomètre est nettement différent de ceux qui sont dus à A. C. Becquerel. La balance électromagnétique de A. C. Becquerel est environ 30.000 fois moins sensible que le galvanomètre astatique de M. Lippmann.

rante $C^{15}H^{10}O^6$, identique au camphérol, et un sucre, qui donne une osazone mêlée, renfermant de la dextrosazone et probablement de la galactosazone. L'osyritrine, glucoside de l'*Osyris compressa*, séchée à 130° , possède la formule $2C^{27}H^{28}O^{16}.H^2O$. La violaquercitrine, glucoside de la *Viola tricolor*, possède à 160° la formule $C^{27}H^{28}O^{16}$; séchée à l'air, elle renferme $3H^2O$, et se trouve identique à l'osyritrine. — M. J. C. Irvine indique un procédé rapide de préparation de l'éther méthylique de l'aldéhyde salicylique : on fait réagir avec l'oxyde d'argent sec un mélange d'aldéhyde salicylique et d'iode de méthyle. L'éther obtenu, chauffé avec une solution alcoolique de cyanure de potassium, se condense facilement en *o*-diméthoxybenzène. — M. M. O. Forster, en faisant réagir l'hydroxylamine sur les anhydrides du 1 : 1-bromonitrocamphane, a obtenu le dérivé $C^{19}H^{17}O^2Az^2Br$, fondant à 197° . Il est converti, par l'action prolongée de la soude, en un composé $C^{19}H^{16}O^2Az^2$, fondant à 208° . — MM. W. Garsed et J. N. Collie ont observé que, si l'on ajoute à une solution contenant environ 1% d'un sel de cocaïne un excès de solution décimorale d'iode jusqu'à ce que le liquide surnageant contienne un excès d'iode, il se précipite un iodhydrate de diiodococaïne $C^{17}H^{21}AzO^4HI.I_2$. L'excès d'iode peut être titré par l'hyposulfite et le précipité peut être pesé ou déterminé d'après la quantité d'iode employée. L'iodhydrate est un composé bien cristallisé et très stable. La titration n'est pas troublée par la présence d'ecgonine; par contre, il faut éviter la présence de benzoylécgonine; celle-ci peut être séparée par l'éther ou le pétrole qui dissout la cocaïne et laisse la benzoylécgonine. — M. T. Gray a préparé de l'acéto-nylacétone très pure, et déterminé sa densité (0,973), son indice de réfraction (1,4232) et sa réfraction moléculaire (29,85). Elle se condense avec l'hydrate d'hydrazine pour donner deux composés : $C^{12}H^{20}Az^2$, bouillant à $157-8^{\circ}$ sous 13 millimètres, et $C^{12}H^{21}Az^2$, fondant à $130-132^{\circ}$. — MM. H. Ryan et W. S. Mills ont obtenu l'acétochlorogalactose par l'action du chlorure d'acétyle sur le galactose. Ce composé, traité par la potasse et l' α -naphthol, donne l' α -naphthylgalactoside, $C^{26}H^{31}O^5.O.C^{10}H^7$; c'est un glucoside de synthèse, fondant à $202^{\circ}-3^{\circ}$. On obtient de même le *m*-crésylglucoside par l'action du *m*-crésol sur l'acétochlorogalactose en solution alcaline. — MM. C. J. Martin et O. Masson ont déterminé les conductibilités de solutions d'acide chlorhydrique et de chlorure de potassium contenant des quantités variables de sucre, et ont trouvé que la conductibilité ne diffère guère de celle des solutions aqueuses, en tenant compte de la viscosité des solutions sucrées. Par contre, si l'on ajoute de la soude à des solutions sucrées de différentes concentrations, on constate que le sucre influe sur la conductibilité; ce fait est attribuable à la formation de saccharate de soude, qui est fortement ionisé en solution diluée. — MM. J.-B. Cohen et H. D. Dakin ont poursuivi leurs recherches sur l'action du couple aluminium-mercure comme halogénant dans la préparation des dérivés chlorés des hydrocarbures aromatiques. Ils ont obtenu toute la série des chlorobenzènes, ainsi que les mono, di-et trichlorotoluènes. L'identification de ces derniers a demandé de longues recherches. — M. E. Dowzard a reconnu qu'une solution d'acétate de plomb absorbe seulement l'hydrogène sulfuré du gaz d'éclairage; une solution à 15% de chlorure cuivreux dans HCl absorbe l'hydrogène sulfuré, phosphoré et antimonié, mais non l'arsenic. — M. R. C. L. Bose a fait l'analyse de la racine de *Nerium odoratum*, et y a trouvé, à côté des deux corps

déjà connus, la nériodoréine et la nériodorine, un nouveau composé, la karabine, $C^{21}H^{20}O^6$. La nériodoréine est très soluble dans l'eau, la nériodorine dans l'eau seulement chaude, la karabine y est insoluble. Par contre, elle est très soluble dans l'éther et le benzène, où les deux premiers constituants sont insolubles. L'auteur considère la nériodoréine comme une variété de saponine. La nériodorine et la karabine ne sont pas des glucosides, mais possèdent les caractères des résines; elles ne contiennent pas d'azote. — M. A. Lapworth pense que les changements isomériques dans les composés organiques sont dus à la dissociation, et que la dissociation entre deux atomes susceptibles de se transposer existe, en général, seulement une fois dans la molécule à un instant donné. Cette dissociation aurait le caractère d'une ionisation. L'influence d'un agent catalytique peut être variable. Il peut non seulement augmenter la vitesse de la transformation en élevant la concentration des ions représentant un groupe labile dans la modification isomérique, ou soustraire certains ions à la sphère d'action en les convertissant en composés non dissociés, mais il peut encore convertir une molécule en un individu possédant les propriétés d'un groupe dissocié ou d'un ion, en lui apportant des groupes plus simples avec lesquels elle s'unit. L'atome duquel un groupe a été enlevé aura, en apparence, une valence d'une unité moindre que celle qu'il a dans un composé non dissocié : un tel atome est dit *sous-valent*. Tandis que les atomes en dedans d'un groupe dissocié ne changent pas leurs positions relatives, la position de *sous-valence* peut être modifiée par un réarrangement des forces attractives mutuelles entre les atomes; l'enlèvement d'un groupe d'un autre déjà dissocié ne constitue pas une double dissociation, mais un transport de la sous-valence à ce groupe; il est analogue à la conversion d'un ion complexe en un ion simple et un composé neutre. De ces conceptions, l'auteur déduit quelques lois pour des cas particuliers. — M. A. Lapworth explique le mécanisme de la réaction de Claisen en se basant sur les hypothèses qu'il vient d'indiquer : 1^o un ion sodium s'unit avec le groupe carbonyle de la cétone $O:CR_1.CH^2R_2$ pour former un groupe sous-valent qui perd un atome d'hydrogène : $Na.O.CR_1.CHR_2$; 2^o le dérivé métallique se dissocie alors, une partie réagissant avec un groupe sous-valent (produit par l'union d'un ion sodium avec l'oxalate, le formate, etc., d'éthyle):



L'action de l'acide chlorhydrique, favorisant la condensation des aldéhydes avec les cétones, les phénols, etc., peut être attribuée à une série de transformations analogues, dans lesquelles un ion H agit comme un ion Na. — M. P. C. Ray, en traitant une solution de nitrite de mercure par un léger excès d'ammoniaque, a obtenu un nitrite de dimercu ammonium : $2AzHg^2AzO^2.H^2O$; dissous dans l'acide chlorhydrique, puis la solution évaporée à sec, ce corps donne un sel blanc cristallin $AzHg^2Cl,4HCl$. L'acide bromhydrique fournit le sel correspondant. Les deux sels halogénés, traités à froid par la potasse diluée, donnent respectivement $2AzHg^2Cl.H^2O$ et $2AzHg^2Br.H^2O$.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdits en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

L'éclipse de Soleil du 18 mai 1901. — Dans une des dernières séances de l'Académie des Sciences, M. J. Janssen a communiqué à l'Académie une dépêche de M. de la Baume-Pluvinel, chargé d'une Mission pour observer, à l'île de Sumatra, la grande éclipse qui devait s'y produire le 18 mai dernier, dans des circonstances de durée tout à fait exceptionnelles.

D'après le programme arrêté entre M. Janssen et lui, M. de la Baume devait, indépendamment des photographies de couronne, porter ses observations sur la rotation de la couronne, sur la présence plus ou moins marquée des raies obscures dans la lumière coronale, et enfin sur la radiation calorifique de la couronne. Le temps, sauf quelques légers nuages, a favorisé les observations, et tout le programme fut exécuté.

Il est indispensable d'attendre le retour de la Mission ou, du moins, un Rapport détaillé, pour avoir une idée précise des résultats obtenus; mais déjà, d'après la dépêche, on remarque que la rotation de la couronne n'a pu être constatée; la présence des raies dans la lumière de la couronne n'est pas observée, comme très marquée, ce qui s'accorde avec cette circonstance que nous sommes à une époque de minima des taches, et que c'est aux époques des maxima que les vapeurs du globe solaire s'élèvent davantage dans l'atmosphère coronale et y permettent ces phénomènes de réflexion de la lumière photosphériques accusés par la présence des raies fraunhoferiennes. C'est ainsi qu'elles avaient déjà été reconnues en 1871 et en 1883.

L'observation de M. de la Baume est donc intéressante à cet égard, aussi bien que sa constatation d'une chaleur sensible émise par la couronne.

D'autre part, M. le Dr Binot, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, chargé d'une Mission à l'île de la Réunion, dans les mêmes conditions que celle de Sumatra, vient d'envoyer une dépêche informant M. Janssen qu'il fit un temps superbe, d'où l'on peut inférer qu'il a pu exécuter dans les meilleures conditions le programme dont il avait bien voulu se charger. M. le Dr Binot a pu prendre d'ailleurs une nombreuse série de photographies.

Les Missions étrangères ne semblent pas avoir été

favorisées par le beau temps. A Karang-Sazo, la Mission anglaise, sous la direction du Professeur Todd, a été très gênée par les nuages. L'éclipse a duré 6^m20^s environ. On a vu Mercure et Vénus.

La Mission hollandaise, installée sur la côte même de Sumatra, n'a pas été mieux favorisée. On a également constaté que l'obscurité a duré 6^m20^s.

Les astronomes américains avaient établi six stations sur autant de petites îles. Partout le ciel a été nuageux, et les photographies n'ont pas montré de traces de la couronne. On n'a pas vu les bandes sombres sur le sol, avant et après la totalité.

A Port-Louis (île Maurice), les observations ont été bonnes. On a pu noter les trois derniers contacts.

L'activité solaire. — Nous venons de traverser une période de minimum d'activité solaire, nettement accusé. Depuis le mois de novembre 1900 jusqu'à fin avril 1901, donc pendant six mois, on n'a vu qu'un pore insignifiant le 7 février, quelques petites taches du 3 au 9 mars, et un groupe de pores le 20 mars au bord oriental du disque.

Le reste du temps, la surface du Soleil n'a présenté d'autres indices de trouble que des facules très marquées.

Mais ce minimum solaire est passé. Un groupe de taches très remarquable est arrivé au bord oriental du disque solaire pendant la nuit du 19 au 20 mai, et a été observé, dès son apparition, par M. J. Roberts, à Dungannon, en Irlande. Il se compose d'une tache jumelle et d'une troisième, le tout accompagné de plusieurs petites.

Le même jour, cette tache, qui clôt la période du repos du Soleil, a été observée en France.

C'est le cas, ou jamais, de tenter une nouvelle liaison entre cette apparition et les perturbations météorologiques, magnétiques, etc.

L'éclipse du 4^e satellite de Jupiter. — A propos de la Note qui a paru dans la chronique de notre dernier numéro sur ce sujet (p. 503), M. G. Bigourdan nous écrit :

« L'observation de ces phénomènes est déjà beaucoup trop négligée, et la fin de cet article pourrait avoir pour

effet de la faire abandonner encore davantage par ceux qui ne disposent que de faibles instruments.

« A mon avis, ce serait très malheureux, et il me semble que cela est démontré bien clairement par l'observation même dont cet article se fait argument : en effet, sur les trois lunettes employées, les deux faibles ont donné le moment de l'opposition (moment essentiel à connaître et qui s'est trouvé avoir une correction énorme), et la grande lunette n'a pu le faire. »

La première comète de 1901. — La première comète du xx^e siècle a été découverte le 23 avril 1901, par M. Halls, à Queenstown, dans la colonie du Cap. Le lendemain de sa découverte, c'est-à-dire le 24 avril, sa position était, à 17 h. 5 m. temps moyen de Greenwich :

Ascension droite $1^h30^m47^s$
Déclinaison N $3^h27'$

La comète était visible à l'œil nu, et a frappé les populations de l'Afrique australe, de l'Australie et de toute l'Amérique du Sud. En effet, au moment de sa découverte, elle était très brillante, malgré son voisinage du Soleil, avec un noyau bien défini, d'un éclat supérieur aux étoiles de 3^e grandeur, et une queue d'une longueur triple d'environ 10^o . C'est donc un objet céleste remarquable : cependant ce n'est pas encore là, comme on le voit, la comète Donat de 1838, ni celle de 1861; nous sommes depuis longtemps privés de ces apparitions.

La comète est apparue, le 23 avril, dans une position voisine de celle de l'étoile μ Poissons, est passée le 26 au sud de α et, continuant de suivre à peu près l'équateur, s'est dirigée vers Orion; le 6 mai, elle marquait l'angle occidental d'un triangle un peu allongé dont Bellatrix et Rigel formaient la base occidentale.

Cette comète fut découverte, en réalité, à Melbourne par un passant, qui la vit par hasard en regardant le ciel le 23 avril au matin : il se hâta de lancer un télégramme en Europe pour s'assurer la priorité de son observation, mais comme il ignorait l'adresse du Bureau central astronomique chargé d'enregistrer et de publier les découvertes de ce genre, il envoya son message à Valentia, au lieu de le diriger sur Kiel. Il en résulta un retard de transmission dont profita M. Halls, pour arriver le premier et lui donner son nom.

Une photographie a été prise à l'île Maurice, montrant la plus longue des trois queues jusqu'à 15^o de distance du noyau ou trente fois le diamètre de la Lune.

La comète a dû passer à son périhélie, tout près du Soleil, le 24 avril : la veille on la voyait le matin, le 25 on l'a vue le soir.

Elle s'éloigne du Soleil et de la Terre, et son éclat va diminuer de plus en plus. Cette comète semble offrir quelque parenté avec celles de 1843 et de 1882. Nous saurons sans doute bientôt à quoi nous en tenir sur son orbite exacte.

§ 2. — Météorologie

Variations de la température à diverses hauteurs. — Dans une note présentée à l'Académie le 20 août 1899, M. L. Teisserenc de Bort avait indiqué les résultats principaux fournis par la première série méthodique de sondages aériens effectués au moyen de ballons-sondes; depuis cette époque, les lancers ont continué avec régularité à l'Observatoire de météorologie dynamique de Trappes, et l'on possède aujourd'hui les dépouillements de plus de 240 ascensions de ballons-sondes, réparties sur les années 1898, 1899 et 1900. Ces documents, groupés par mois, prouvent d'une façon positive que :

1^o La température, dans l'atmosphère libre, éprouve dans le cours de l'année une variation saisonnière très sensible, au moins jusqu'à l'altitude de 10.000 mètres;

2^o L'amplitude de la variation de la température,

suivant les saisons, diminue quand la hauteur augmente.

Pour les moyennes mensuelles considérées, cette amplitude est de 17^o auprès du sol, de 14^o , 6 à 5 kilomètres et de 12^o à 10 kilomètres.

Les résultats s'écartent beaucoup de l'opinion admise jusqu'à ces dernières années, ce qui tient à ce qu'on ne possédait, avant cette série, que quelques observations isolées pour la température à de grandes hauteurs.

Voici le tableau des moyennes des températures rencontrées par les ballons pour les divers mois à différents niveaux :

	TEMPÉRATURE		
	au sol	à 5.000 ^m	à 10.000 ^m
Janvier	0 ^o 9	— 18 ^o 9	— 52 ^o 4
Février	5 ^o 4	— 15 ^o 3	— 47 ^o 6
Mars	1 ^o	— 21 ^o 8	— 53 ^o 4
Avril	0 ^o 9	— 20 ^o 9	— 53 ^o 7
Mai	5 ^o 3	— 18 ^o 4	— 49 ^o 3
Juin	7 ^o	— 16 ^o 8	— 51 ^o 3
Juillet	14 ^o 2	— 8 ^o 8	— 45 ^o 3
Août	15 ^o 7	— 8 ^o 7	— 44 ^o 5
Septembre	17 ^o 8	— 7 ^o 2	— 41 ^o 8
Octobre	13 ^o 4	— 9 ^o 7	— 47 ^o 9
Novembre	10 ^o 2	— 11 ^o	— 45 ^o 1
Décembre	3 ^o 8	— 12 ^o 8	— 45 ^o 2

On peut remarquer, de plus, sur les courbes représentant l'altitude de diverses isothermes dans les différents mois de 1898, 1899 et 1900, que la température moyenne de 0^o se trouve vers 1.200 mètres à la fin de la saison froide, et remonte à 3.600 mètres en été. La moyenne de l'altitude de cette isotherme dans le cours de l'année est d'environ 2.750 mètres, chiffre très voisin de celui qui est donné pour la hauteur des neiges permanentes dans les Alpes.

L'isotherme moyenne de -50^o s'abaisse jusqu'à 8.800 mètres (8.700 mètres en 1899, 8.700 mètres en 1900) à la fin de l'hiver, et dépasse 11.000 mètres en été (11.400 mètres en 1899, 11.100 mètres en 1900).

La distance verticale entre les surfaces isothermes ne reste pas constante pendant toute l'année, ce qui tient à ce que la variation annuelle est un peu plus grande dans les couches inférieures. La décroissance de température étant plus rapide dans les couches élevées, le changement de hauteur n'est pas non plus le même au cours de l'année pour les isothermes dans les régions basses et dans les régions supérieures, même à égalité d'amplitude.

Le maximum et le minimum thermique moyens se produisent plus tard en haut que dans les couches inférieures; ce retard est surtout très sensible pour le minimum, qui a lieu seulement à la fin de l'hiver. Une série plus longue permettra seule de préciser les conditions de ces retards; mais il est intéressant, dès à présent, d'appeler l'attention sur la température relativement basse du mois de mai. Cette température, dans la série de M. L. Teisserenc de Bort, paraît due principalement aux résultats des ascensions faites vers le milieu du mois, c'est-à-dire à l'époque du refroidissement périodique bien connu sous le nom de froid des *saints de glace*. Chose remarquable, l'inflexion est aussi marquée sur l'isotherme de -50^o que sur celle de 0^o , ce qui montre bien que l'abaissement de température n'est pas limité aux couches voisines du sol. Déjà, M. Hergesell, à propos du cas particulier de l'ascension internationale du 13 mai 1897, avait fait remarquer que les basses températures étaient produites non seulement près du sol, mais encore dans les couches élevées de l'atmosphère. Ce fait, dont on retrouve aussi la trace dans les observations incomplètes de 1898, tend à confirmer l'opinion des savants qui, comme Ch. Sainte-Claire Deville, ont cherché à rattacher le refroidissement de l'air, en mai, à une cause générale.

On ne saurait être trop obligé à M. L. Teisserenc de Bort de ses recherches persévérantes et généreuses; c'est l'exemple d'un observateur attentif et très cons-

riencieux qui sut développer, chez nous, une branche nouvelle et très importante de la Météorologie, qui commence à s'imposer par ses résultats mêmes.

§ 3. — Physique

Le déplacement des bandes d'absorption dans les solides en fonction de la température. — Si le pouvoir émissif des corps à des températures élevées a été l'objet de travaux nombreux, au moins pour la partie visible du spectre, il n'en est pas de même du pouvoir absorbant, qui n'a été que peu examiné jusqu'ici loin de la température ambiante. On a eu, par conséquent, peu d'occasions de comparer les pouvoirs émissifs et absorbants dans les mêmes conditions, et de vérifier la loi de Kirchhoff dans le détail. Ainsi qu'il a été montré récemment dans la *Revue*¹, tel corps, parfaitement transparent aux rayons visibles à la température ambiante, émet une vive lumière lorsqu'il est porté à une température élevée, ce qui, en admettant la parfaite exactitude de la loi de réciprocité, montre que les propriétés optiques se modifient considérablement avec la température. Cette modification est tantôt graduelle, tantôt brusque, et, dans ce der-

ment nul dans le jaune; en revanche on voit, dans le vert et plus encore dans le violet, s'avancer la bande d'absorption de l'ultraviolet à mesure que la température s'élève. Le verre à l'oxyde d'argent, jaune par transparence, et par conséquent absorbant dans la partie la plus réfrangible du spectre visible, accentue ses propriétés, avec une augmentation de l'absorption allant vers le rouge. Le bichromate de potasse devient de plus en plus absorbant dans le jaune, à mesure qu'on le chauffe. En revanche, on sait depuis longtemps que ce corps, fortement refroidi, se décolore presque complètement, ainsi que le brome, le soufre, etc.

Des corps dont les bandes d'absorption se trouvent très loin dans l'ultraviolet, comme le quartz ou la fluorine, restent incolores aux températures élevées, tant qu'ils n'éprouvent pas de transformation, parce que le déplacement des bandes s'opère entièrement en dehors du spectre visible.

Le travail de M. Koenigsberger est assurément fort incomplet, puisque le nombre des substances examinées est très restreint, et que les expériences ont porté seulement sur la partie visible du spectre, de telle sorte que l'ébauche de loi qu'il formule doit encore être considérée seulement comme une première indication

TABLEAU I. — Pouvoir absorbant de quelques corps à diverses températures, d'après M. Koenigsberger.

SUBSTANCES	TEMPÉRATURES							
	λ	15°	100°	150°	200°	250°	300°	350°
	μ							
Flint lourd	0,59	0,003	"	"	0,003	"	0,004	0,005
	0,50	0,044	0,068	0,080	0,115	0,137	0,180	0,232
	0,46	0,082	0,126	0,148	0,280	0,247	0,377	0,475
Verre jaune à l'oxyde d'argent	0,63	0,237	"	"	"	"	"	0,293
	0,59	0,416	"	"	"	"	0,503	0,533
	0,50	1,09	"	1,14	"	"	1,23	1,27
Bichromate de potasse	0,59	0,317	1,05	1,62	2,67	3,48	"	"

nier cas, correspond généralement à un changement d'état.

En revanche, la variation du pouvoir émissif ou absorbant pour une radiation donnée peut se faire, dans de larges limites, d'une manière tout à fait continue pour une longueur d'onde déterminée, comme l'ont déjà montré quelques expériences.

Il était intéressant de rechercher si ces variations se produisent suivant des règles à peu près générales, ou si chaque corps se comporte, à ce point de vue, d'une façon indépendante de toute loi. Une étude dans ce sens vient d'être entreprise par M. Koenigsberger, de Fribourg en Brisgau, et l'a conduit à formuler, au moins pour les corps non métalliques qu'il a examinés, cette règle, qu'il généralise : *Les bandes d'absorption d'un corps solide se déplacent vers les grandes longueurs d'onde à mesure que la température s'élève, en éprouvant en même temps un léger élargissement.*

Les corps examinés par M. Koenigsberger sont encore peu nombreux; mais, parmi eux, il n'a trouvé aucune exception à cette règle. En voici quelques exemples : α désignant le coefficient d'absorption de la formule :

$$J = J_0 e^{-\alpha l}$$

dans laquelle l'épaisseur traversée est représentée par l , les valeurs suivantes de α (tableau I) ont été déduites d'observations photométriques.

Le flint lourd, parfaitement transparent dans le spectre visible à la température ordinaire, conserve, aux autres températures, un pouvoir absorbant sensible-

ment nul dans le jaune; en revanche on voit, dans le vert et plus encore dans le violet, s'avancer la bande d'absorption de l'ultraviolet à mesure que la température s'élève. Le verre à l'oxyde d'argent, jaune par transparence, et par conséquent absorbant dans la partie la plus réfrangible du spectre visible, accentue ses propriétés, avec une augmentation de l'absorption allant vers le rouge. Le bichromate de potasse devient de plus en plus absorbant dans le jaune, à mesure qu'on le chauffe. En revanche, on sait depuis longtemps que ce corps, fortement refroidi, se décolore presque complètement, ainsi que le brome, le soufre, etc.

Des corps dont les bandes d'absorption se trouvent très loin dans l'ultraviolet, comme le quartz ou la fluorine, restent incolores aux températures élevées, tant qu'ils n'éprouvent pas de transformation, parce que le déplacement des bandes s'opère entièrement en dehors du spectre visible.

Le travail de M. Koenigsberger est assurément fort incomplet, puisque le nombre des substances examinées est très restreint, et que les expériences ont porté seulement sur la partie visible du spectre, de telle sorte que l'ébauche de loi qu'il formule doit encore être considérée seulement comme une première indication

§ 4. — Métallurgie

La production électrothermique du ferrosilicium. — On sait que le silicium rend de grands services au cours de la fabrication des aciers : on l'ajoute à la fin des opérations sous forme de ferrosilicium pour réduire les oxydes formés et diminuer les soufflures dans les lingots. A ce point de vue, le silicium joue un rôle analogue à celui de l'aluminium. Au cubilot, le ferrosilicium permet de fabriquer des fontes grises et par conséquent convenables pour le moulage. Enfin l'existence de silicium dans la constitution même des aciers n'est plus considérée comme nuisible, et la maison Holtzer fabrique actuellement des aciers à ressorts très élastiques et très résistants, qui doivent leur renommée à la présence du silicium dont la teneur dépasse 4,5 %. On comprend donc l'intérêt qui s'attache à l'étude des siliciures contenus dans tous les métaux dérivés du fer. Cette étude a été conduite d'une façon remarquable, notamment par MM. Carnot, Goutal, Moissan, Lebeau, Gin, etc.

Le ferrosilicium avait jusqu'ici été préparé au haut fourneau. Il contenait du Fe^2Si , siliciure isolé par MM. Carnot et Goutal et qui est, de tous, le siliciure le plus stable à haute température. On prépare maintenant ce ferrosilicium à l'usine de Meran (Tyrol) par les procédés d'électrothermie, en traitant un mélange de battitures de fer à 72 % (4.000 kilos), de quartz (410 kilos) et de coke (398 kilos) avec une densité de puissance en régime normal de 70 watts par centimètre carré. Les opérations durent quinze heures et le

¹ CH. ED. GUILLAUME : Les lois du rayonnement et la théorie des manchons à incandescence, dans la *Revue* du 30 avril 1901, t. XII, p. 358 et suiv.

production moyenne en ferrosilicium est de 776 kilos, ce qui représente un rendement de 1.240 kilos par four et par vingt-quatre heures, soit 200 grammes par kilowatt-heure. Le ferrosilicium contient 21,5 % de silicium, 77,5 de fer et son prix de revient à la tonne ressort à 200 francs.

En augmentant la proportion de quartz et en faisant varier en sens inverse la densité du courant, on peut obtenir des ferrosiliciums à teneur plus élevée, jusqu'à 83 %, sans que le prix de revient soit majoré. Cela présente un gros intérêt, puisque le prix de vente croît avec le nombre d'unités de silicium. On paie en France le ferrosilicium à 10 % 180 francs et celui à 25 % 300 francs, ce qui donne 8 francs pour le prix de l'unité entre 40 et 25 %.

Au lieu d'employer des battitures de fer, on peut aussi, avec l'électricité, traiter directement les minerais de fer siliceux, contenant environ 15 % de SiO_2 et 60 % d'oxyde de fer. Dans ce cas, le mélange se compose de 1.800 kilos de minerai de fer, 420 kilos de sable quartzeux et 720 kilos de coke. On obtient un ferrosilicium à environ 45 %.

Enfin, on a été conduit à essayer l'emploi des scories provenant des opérations sidérurgiques et contenant, en dehors d'une certaine proportion de fer, la presque totalité des éléments plus oxydables que le fer et notamment le silicium. Ce sont des sous-produits dont la valeur est à peu près nulle. De plus, le fer et le manganèse contenus étant à l'état de protoxydes, leur réduction exige moins de carbone et, par suite, une moindre dépense d'énergie que celle des minerais dans lesquels ces métaux se trouvent à l'état suroxydé. La réduction des scories de fer, difficile par les gaz réducteurs du haut fourneau, se fait très aisément au four électrique. De plus, les scories provenant de cornues Bessemer ou de fours Martin acides contiennent peu ou pas de phosphore. Les ferrosiliciums n'enfermentent eux-mêmes que des quantités insignifiantes.

Ces dernières fabrications ont été réalisées par M. Gin.

Les scories employées provenaient d'un four produisant de l'acier à 0,13 de carbone et contenant 50 % de SiO_2 , 34 % de FeO et de 10 % de MnO . On mélangeait 1.680 kilos de scories et 600 kilos de coke à 80 %. On fit un ferrosilicium à 30 % avec 54 % de fer, 13 % de manganèse et 0,5 % de carbone en consommant 3.380 kilowatts-heure par tonne. C'est une économie de 12 % de l'énergie consommée pour la production à l'aide de minerais. En outre la dépense de coke a diminué de 120 kilos par tonne.

Cette fabrication de ferrosilicium au four électrique est à encourager, car elle permettrait de tirer profit des nombreuses installations de carbure de calcium, qui demeurent inertes en raison de la crise subie par cette dernière industrie. La métallurgie française, qui consomme beaucoup de ferrosiliciums et de silico-spiegels, pourrait dès lors s'affranchir de l'appoint que lui fournit l'étranger et éviterait ainsi le droit d'entrée élevé de 37 francs qu'elle est obligée de payer.

§ 5. — Chimie végétale

Découverte de nouveaux alcaloïdes dans le tabac. — Bien que le tabac ait été l'objet de recherches très nombreuses relativement à sa composition chimique, on n'en a retiré, jusqu'à présent, à l'état de pureté, qu'un seul alcaloïde, la nicotine. MM. A. Pictet et A. Rotschy, ayant eu à préparer une certaine quantité de nicotine, viennent de découvrir, à côté de celle-ci, trois nouveaux alcaloïdes dans le tabac de Kentucky.

Ces auteurs procèdent ainsi : On extrait le jus de tabac par le chloroforme ou l'éther, et on débarrasse le produit de l'extraction de la nicotine qu'il contient par distillation aux vapeurs d'eau. En soumettant le résidu à la distillation fractionnée, on sépare deux fractions bien définies, bouillant à 266-268° et à 300-310°.

La première renferme un alcaloïde liquide, de formule $\text{C}^{10}\text{H}^{12}\text{Az}^2$, que MM. Pictet et Rotschy nomment

nicotéine; elle est soluble dans l'eau, et lévogyre à l'état de base et à l'état de sels.

La seconde fraction contient un alcaloïde solide, de formule $\text{C}^{10}\text{H}^{12}\text{Az}^2$, désigné sous le nom de *nicotelline*; il fond à 147-148°, est peu soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool.

Enfin, la nicotine entraînée par les vapeurs d'eau est mélangée d'une petite quantité d'une base secondaire, de formule $\text{C}^{10}\text{H}^{13}\text{Az}^2$, isomère avec la nicotine, et que les auteurs nomment *nicotimine*.

La proportion des nouveaux alcaloïdes dans le tabac par rapport à la nicotine est approximativement la suivante : nicotine, 1.000; nicotéine, 20; nicotimine, 5; nicotelline, 1.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Institut de Médecine coloniale. — L'Union Coloniale française, convaincue de la nécessité de la création, à la Faculté de Médecine, d'un Institut de Médecine coloniale, vient de prendre l'initiative d'ouvrir une souscription publique dont le montant servira à la création et à l'entretien de cet Institut.

Nous extrayons du Manifeste qu'adressent au public MM. Berthelot, Brouardel, Gréard, Perrier et Roux, les passages suivants :

« La France a, depuis vingt ans, conquis un domaine colonial considérable. Quelques-unes des maladies qui sévissent sur ces territoires, dont les climats sont si divers, n'existent pas en Europe. Par suite, les modes de leur transmission et de leur traitement sont mal connus des médecins appelés à les traiter.

« La responsabilité de la France est moralement engagée vis-à-vis des populations qu'elle a placées sous son autorité et vis-à-vis des Français qui s'expatrient pour mettre en valeur ces régions nouvelles. La prospérité de leurs entreprises est intimement liée à la préservation de leur santé et de celle des indigènes. Enfin, les colons, à leur retour, rapportent en France les germes de maladies tropicales, dont les noms figurent à peine dans nos traités de Médecine. »

« ... L'Allemagne a organisé, à Hambourg et à l'Office impérial de Berlin, un enseignement spécial pour les médecins qui se destinent à exercer dans les colonies.

« La Faculté de Médecine de Paris considère qu'il est de son devoir de créer cet enseignement. Par la valeur de ses maîtres, par le nombre de ses élèves, elle peut lui donner le développement nécessaire... »

Il nous a paru utile de citer ces extraits du Manifeste pour bien montrer aux lecteurs de la *Revue* l'intérêt national qui s'attache à l'œuvre entreprise par l'Union Coloniale française et la nécessité, pour tous ceux qui veulent la prospérité de nos colonies et le bon renom de la science française, de contribuer de tous leurs efforts à sa réussite.

Voyage de M. Hugues Le Roux dans l'Éthiopie occidentale. — Plusieurs points des nouvelles, envoyées dans le courant de juin par M. Hugues Le Roux, qui vient d'accomplir un voyage en Éthiopie, paraissent mériter de retenir l'attention des géographes.

Toute la région qui s'étend à l'ouest d'Addis Ababa était restée jusqu'à présent inexplorée.

D'Abbadie en 1843, Cecchi en 1880, Aubry en 1883, avaient traversé du nord au sud le Djimma et le Kaffa. Cailliaud en 1821-22, Jean-Marie Schuver en 1881-82, avaient exploré la contrée arrosée par le Jabous et le Toumat. Enfin, plus récemment, M. de Bonchamps et ses compagnons avaient, d'Addis Ababa, atteint, au prix de quelles difficultés et de quelles misères, on s'en souvient, le Baro et le Nil Blanc. Mais de la contrée approximativement délimitée par 32° 30' et 33° longitude Est du méridien de Paris, et par 9° et 11° latitude Nord, nous ne savions presque rien, bien qu'elle fût traversée par une route commerciale, depuis longtemps fréquentée par les négociants éthiopiens.

Or, M. Hugues Le Roux annonce qu'il a pu « parcourir en tous sens la province occidentale du Ouallaga ». Il est donc probable qu'on aura prochainement quelques renseignements sur la Didessa, ce grand affluent méridional du Nil Bleu, dont on ne connaissait jusqu'ici que le nom, ainsi que sur la haute falaise qui limite à l'ouest les terrasses éthiopiennes et surplombe les plaines nilotiques.

On n'était guère fixé non plus sur la direction exacte du Nil Bleu au sud du Godjam et du Damot : il avait été traversé en plusieurs points par des explorateurs européens, mais jamais relevé sur tout son cours. M. Le Roux se croit en mesure d'affirmer « que le Nil Bleu avait été confondu jusqu'à ce jour avec un de ses affluents septentrionaux et qu'il coule à un degré plus au sud qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour. » Ce serait là une constatation fort intéressante. Toutefois, avant de la classer parmi les faits acquis, nous croyons sage, sachant combien ces questions d'hydrographie sont délicates et fertiles en erreurs, d'attendre que le voyageur ait publié les preuves de sa découverte, itinéraire journalier, relevé du terrain à la boussole, déterminations des latitudes et des longitudes, preuves qu'on ne pouvait s'attendre à trouver dans la courte note qu'il a transmise en France.

Notre compatriote ajoute encore : « J'ai eu à soutenir contre les *Beni Changoul* (et non, comme l'il écrit, *Beni Schangul*, qui est la forme anglaise), un engagement vif. » Le fait n'a rien de surprenant. Ces populations du bar Bertat, depuis qu'elles sont entrées dans l'histoire, c'est-à-dire depuis l'attaque infructueuse qu'en 1821, Ismaïl, fils de Mehemet Ali, dirigea contre elles, se sont toujours montrées très belliqueuses.

Elles ont, pendant le XIX^e siècle, conservé leur indépendance aussi bien contre les maîtres de la vallée du Nil, khédives d'Égypte, Madhi Mohammed Ahmed, Khalife Abdallah, qu'en face des Negus éthiopiens. Actuellement elles ne reconnaissent pas plus l'autorité de Ménélik, que celle du Khédive d'Égypte ou plutôt de son délégué à Khartoum, le gouverneur général du Soudan, Wingate Paoha.

M. Hugues Le Roux dit enfin que les autorités abyssines avaient jusqu'à présent mis le Ouallaga en interdit et que, s'il a pu le « parcourir, c'est grâce à la bienveillance de l'empereur. » Nous savions que Ménélik avait déjà souvent accordé son appui aux explorateurs ; une fois de plus, il aura donc rendu service à la Géographie.

Henri Dehérain,

Docteur es lettres,

Sous-bibliothécaire de l'Institut.

Croisière en Syrie et Palestine : Livres à lire.

— A l'occasion de son premier voyage au « Pays des Croisés », la *Revue* a déjà publié, dans son numéro du 15 août 1897, une bibliographie succincte des principaux ouvrages dont la lecture pouvait être recommandée. Nous renvoyons MM. les touristes de la prochaine croisière à cette liste, que nous compléterons seulement par l'indication de quelques œuvres récemment parues.

Signalons d'abord quelques études rapportées de notre premier voyage au pays des Croisés : M. Charles Diehl, qui en avait été le directeur scientifique, comme il a bien voulu accepter de l'être de celui qui se prépare, a publié une de ses conférences faites à bord du « Sénégal » : *Les Monuments de l'Orient latin* (Paris, Leroux, 1897, broch. in-8°). Tout récemment, dans la « *Revue de Paris* » du 15 avril 1901, sous le titre de *Villes mortes d'Orient*, il a évoqué, en des pages saisissantes, le passé historique et la silhouette actuelle des vieilles cités guerrières, Rhodes et Famagouste. Dans son volume : *Yers Athènes et Jérusalem* (Paris, Hachette, 1898, in-16), M. Gustave Larroumet a consigné les souvenirs de sa croisière à bord du « Sénégal », et, par sa grâce attique, par la poésie discrète de ses descriptions, ce journal du premier voyage en Syrie et

Palestine sera, pour les touristes du second, le plus charmant des Guides. Signalons aussi l'œuvre d'un autre de nos compagnons de bord, M. Théophile Calas, qui a publié l'année passée, chez Fischbacher, un volume illustré et plein d'intérêt : *En terre désolée; Au Pays des Croisés avec la Revue Générale des Sciences*.

Depuis le voyage de 1897, il a paru sur l'île de Chypre un ouvrage essentiel, de M. Camille Enlart : *L'Art Gothique et la Renaissance en Chypre* (Paris, Leroux, 1899, 2 vol. in-8°, avec de nombreuses planches et figures). On y trouvera la description scientifique, avec les plus précises indications de date et de style, des monuments chypriotes du Moyen-Age, et, en tête du premier volume, une notice historique et une bibliographie au courant des plus récents travaux.

Pour la géographie de la Syrie et de la Palestine, leur administration, leur statistique et leur commerce, nous recommandons l'œuvre de M. Guinet : *Syrie, Lyban et Palestine* (Paris, Leroux, in-8°), dont le dernier fascicule a été publié cette année même. Comme souvenirs de voyage dans ces régions, signalons : de M. André Chevrillon, son livre : *Terres mortes, Thébaïde-Judee* (Paris, Hachette, 1897, in-12), et une *Conférence sur la Syrie* (Rouen, Gy, 1898, broch. in-4°); de M. Lucien Gautier : *Autour de la mer Morte* (Paris, Fischbacher, 1901, in-8°, illustré); de M. Delmas, *Egypte et Palestine* (Paris, Fischbacher, 1900, in-8°, ill.); enfin une traduction de l'ouvrage italien du R. P. Dominique Zanecchia : *La Palestine d'aujourd'hui, ses sanctuaires, ses localités bibliques et historiques* (Paris, Lethielloux, 1898, 2 vol. in-12).

Sur la situation politique de ces pays au point de vue international, M. P. Pisani a publié, en 1898, dans le « *Correspondant* », sous le titre de *Questions d'Orient*, deux études : *Les Allemands en Palestine et les Russes en Syrie*. A noter aussi un livre de W. Cambus : *Palästina, Land und Leute* (Berlin, Cronbach, 1898, in-8°), écrit par un israélite allemand qui a surtout observé les essais de colonisation agricole juive tentés depuis un certain temps en Palestine.

Un intéressant chapitre de l'histoire du Royaume latin de Jérusalem nous est donné par M. Schlumberger dans son livre sur *Renard de Chatillon, prince d'Antioche, seigneur de la Terre d'Outre-Jourdain* (Paris, Plon, 1898, in-8°). Il faut y joindre deux ouvrages étrangers : C. R. Conder : *The latin Kingdom of Jerusalem, 1099 to 1291* (Londres, 1897, in-8°), et la *Geschichte des Königreichs Jerusalem, 1100-1291* (Innsbruck, Wagner, 1898, in-8°), par le professeur Reinhold Röhricht, dont la *Bibliotheca geographica Palaestina* (Berlin, 1890) est essentielle pour la géographie, l'histoire et l'archéologie de la Palestine.

Mentionnons sur deux sujets très différents un livre d'art du baron E. Rey sur *Les grandes écoles syriennes du IV^e au XII^e siècle* (Paris, 1898, in-8°), et une étude médicale du Dr B. Boyer sur les *Conditions hygiéniques de Beyrouth* (Lyon, Rey, 1897, in-8°).

Enfin les récentes affaires de Crète ont donné lieu à diverses publications que nous énumérerons brièvement : V. Bérard, *Les Affaires de Crète* (Paris, C. Lévy, 1898, 1898, in-12); Laroche, *La Crète ancienne et moderne* (Paris, 1898, in-12); H. Turot, *L'insurrection crétoise et la guerre gréco-turque* (Paris, Hachette, 1898, in-12); Henri Couturier, *La Crète, sa situation au point de vue du droit international* (Paris, Pédone, 1900, in-8°).

Indépendamment de ces ouvrages spéciaux, les membres de la croisière liront avec vif plaisir l'ouvrage tout récent d'un historien doublé d'un écrivain de talent : *En Méditerranée, Promenades d'histoire et d'art*, volume que M. Ch. Diehl, Correspondant de l'Institut, directeur scientifique du voyage en Syrie et en Palestine, fait paraître ces jours-ci à la Librairie Armand Colin. Ils y trouveront notamment des pages charmantes et pleines d'intérêt sur Rhodes, Chypre et Jérusalem.

NOTES SUR L'AFRIQUE ÉQUATORIALE

PREMIÈRE PARTIE : GÉOGRAPHIE

La structure orographique du continent africain est maintenant à peu près connue dans ses grandes lignes. Les massifs montagneux y sont rares; leur étendue, même pour le plus imposant, celui des Monts de la Lune, est très limitée, comparative-ment à la superficie de cette partie du vieux monde, et, en tout cas, ils n'y dessinent point ces longues chaînes ramifiées qui forment l'arête de l'Europe, de l'Asie ou de l'Amérique.

Ce ne sont ici que des étages superposés de plateaux et de cuvettes de faible altitude, sur lesquels les eaux fluviales se déversent successivement en descendant vers la mer. La figure 1 met en lumière cette disposition¹. Elle représente le profil de l'itinéraire suivi depuis Loango et Brazzaville jusqu'aux plateaux nyam-nyams par le Congo, l'Oubanghi, le Mbomou et le Kéré. Le profil du bas cours du Congo au-dessous de Brazzaville a été projeté sur celui de la route de Loango au Stanley-Pool. La pente réelle du terrain est, il est vrai, faussée dans un dessin ainsi compris : le relief s'y trouve atténué. Car le profil, au lieu d'être imaginé suivant une ligne droite, est figuré sur l'itinéraire développé, tel que le voyageur se le représente en s'avancant vers l'intérieur. La carte n'est pas encore couverte d'un assez grand nombre de cotes d'altitude pour offrir les éléments d'une coupe rationnelle.

Toutefois, l'erreur résultant de la disposition que j'ai adoptée peut être considérée comme insignifiante, si l'on réfléchit que l'échelle des hauteurs est centuple de l'échelle des distances. Avec cette proportion, la moyenne des sommets des Pyrénées et des Alpes atteindrait, sur la même figure, 15 à 20 millimètres, et le Mont-Blanc 37 millimètres.

Autre particularité intéressante de ce schéma : ce sont les bourrelets que présente, de distance en distance, le profil du terrain, formant saillie sur la ligne basse et presque horizontale du reste de la figure, dans la partie centrale.

Voici d'abord, près de la mer, la chaîne côtière, monts de Cristal, Mayombé, Palabala, etc., de 600 à 700 mètres d'altitude en moyenne, très rarement plus de 1.000 mètres. Cette altitude moyenne

n'est guère dépassée dans l'intérieur. Toute la région riveraine du bas Congo est tourmentée, hérissée de petites collines, qui, aux environs du Stanley-Pool, s'écartent en vaste amphithéâtre pour se relier à la série de plateaux qui continuent vers le Sud les plateaux bantéké.

Là, sur 130 kilomètres, le Congo est encaissé dans un fossé profond, tracé en ligne presque droite entre les « falaises de Douvres », sur le Stanley-Pool, et la pointe de Tchoumbiri. Son resserrement sur une largeur de 2 kilomètres au plus, l'escarpement des parois de 100 à 150 mètres qui l'emprisonnent, justifient bien le nom de *couloir*, qui a été donné à cette partie de son cours. Partout, sur ces rives, règne la forêt aux grandes essences (fig. 2), au sous-bois obstrué de troncs morts, de branches cassées par les singes ou abattues par les vents d'orages, d'épaisses couches de feuilles que la

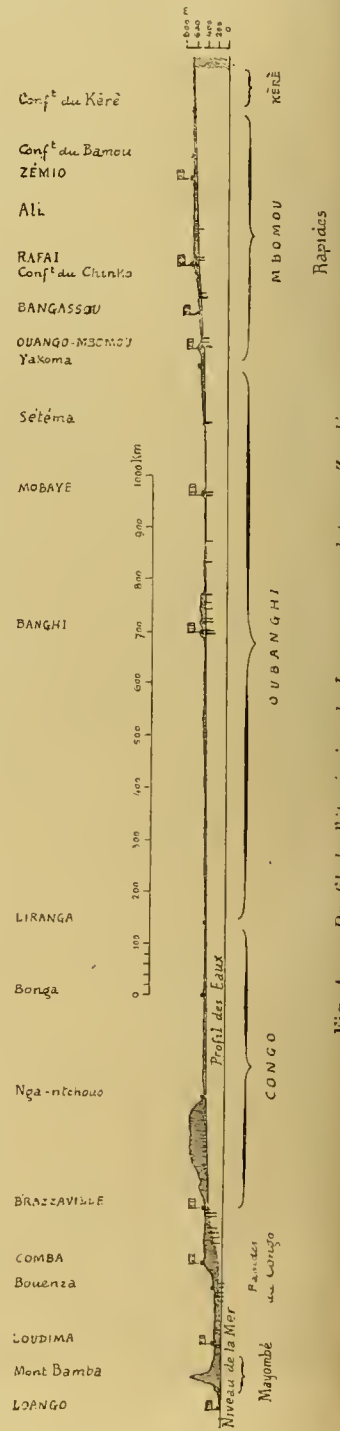


Fig. 1. — Profil de l'itinéraire de Loango aux plateaux Zandés.

¹ Les profils représentés par les figures 1, 3 et 4 sont construits avec les altitudes fournies par les cartes de MM. Jacob et Rouvier pour les points voisins de la côte; pour les autres, avec les altitudes déduites de mes observations barométriques.

phorescentes. Ces solitudes sont frappées d'un | ment discordant des toucans et des touracacs, le cri



Fig. 2. — *La forêt du Mayombé, sur les bords de la Loukènè.*

éternel silence, que fait ressortir encore le bruisse- | plaintif de l'aigle pêcheur et, soir et matin, le con-
ment des eaux impétueuses du fleuve, le croasse- | cert criard des perroquets qui passent à des hau-

teurs prodigieuses, se rendant aux cantons riches en arbres à graines, ou revenant à leurs nids.

De l'autre côté du seuil des plateaux batéké s'étale la vaste dépression, au fond de laquelle les grands affluents de la rive droite viennent confondre leurs

eaux par une multitude de canaux et d'anastomoses, au milieu de bancs de sable, d'îlots à demi-submergés, de champs de papyrus, de plaines vaseuses, hérissées de grands roseaux où le corps de lourds pachydermes a ouvert des passées et creusé des bouges. Le Congo acquiert en cet endroit jusqu'à une vingtaine de kilomètres de largeur. Pendant la crue, tout le pays est noyé par les eaux fangeuses du fleuve débordé; les pirogues des nomades Bafourou peuvent circuler parmi les arbres de la forêt, sous l'inextricable enlacement des lianes et des rotangs. Ces larges étendues d'eau, ces îles

vaseuses, les silhouettes grêles ou puissantes que projette une végétation exubérante d'arbres, peut-être encore innomés pour la plupart, sur un ciel chargé de brumes lourdes et chaudes; cette éblouissante lumière qui donne aux objets rapprochés des tons crus et heurtés, et fond les lointains dans des teintes vagues et nuageuses; les effets du mirage

qui paraissent suspendre en l'air les îles et les pirogues; le reniflement des hippopotames; le crocodile, vautré dans une

sieste immonde à l'extrémité d'un banc de sable, d'où la moindre alerte le fait lourdement sauter dans l'eau; la démarche solennelle des pélicans et des aigrettes en quête de poisson; le vol d'un *anhinga*, moitié oiseau, moitié serpent; un varan, allongé sur une branche, au-dessus de la rivière et guettant sa proie; une troupe d'éléphants, qui passe dans une clairière, battant des oreilles, balançant la trompe; — tout cet ensemble forme un tableau absolument étranger à nos sites même les plus sauvages d'Europe et procure l'impression d'âges géologiques disparus et de fabuleuses époques, qui ont survécu dans un coin oublié par les révolutions du Globe.

A Banghi, un nouveau seuil ferme la grande cuvette équatoriale. Le voyageur,

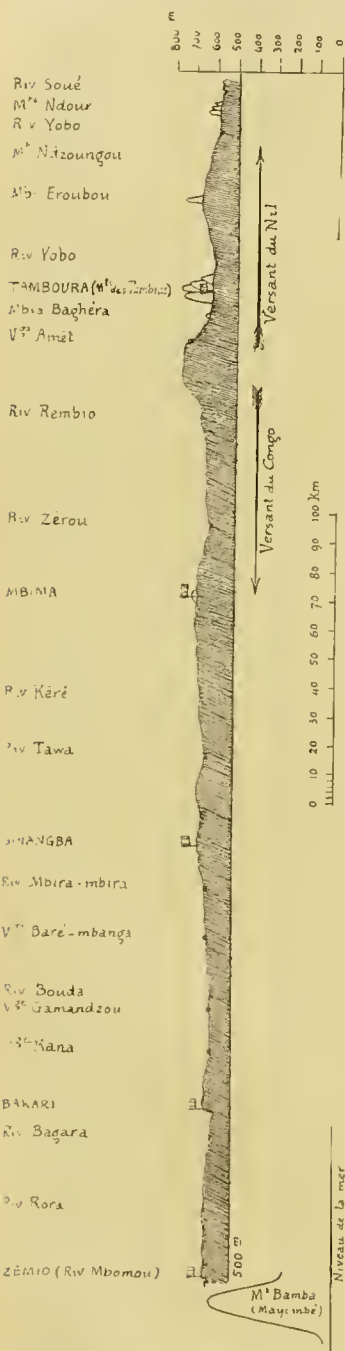


Fig. 3. — Profil de l'itinéraire de Zémio au Soué.

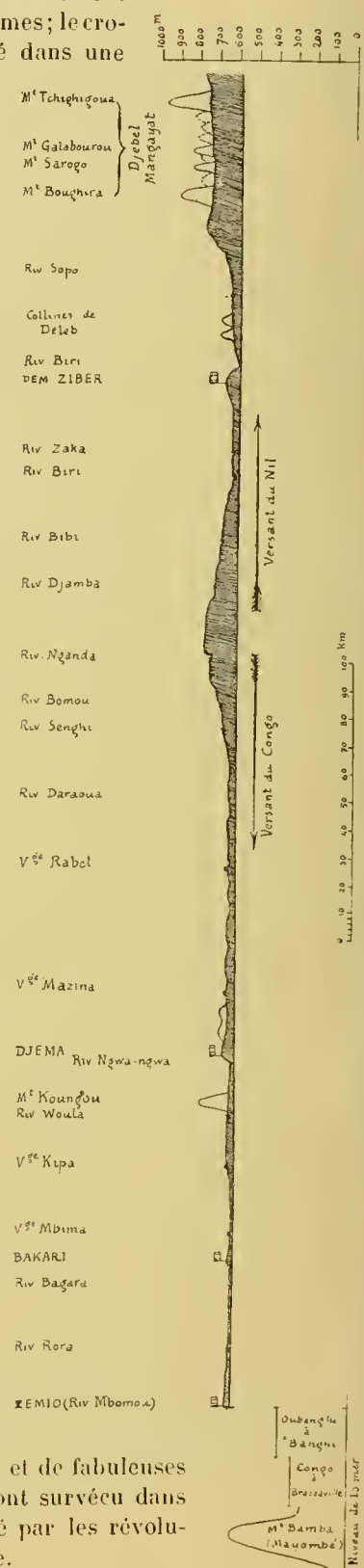


Fig. 4. — Profil de l'itinéraire de Zémio au Djebel-Mangayat.

qui remonte la rivière, voit peu à peu s'élever sur l'horizon du Nord un rideau de collines. En arrivant, aux basses-eaux, dans l'espèce de cirque que domine le poste, il aperçoit deux promontoires rocheux qui s'avancent à la rencontre d'une rive à l'autre et ne ménagent, au milieu, qu'une brèche par où la rivière s'échappe en tourbillonnant. Aux eaux hautes, cette porte étroite ne lui suffit plus; elle passe par-dessus le seuil et retombe de l'autre côté en cataracte.

Au-dessus de Banghi, l'Oubanghi est extrêmement resserré entre des plateaux de médiocre élévation. Dans ce défilé, sa profondeur devient considérable, son courant torrentueux; les rapides se succèdent très rapprochés sur près de 100 kilomètres de longueur, quelques-uns dangereux, notamment celui de l'Éléphant¹.

Au delà de ce *coulouir*, nous rentrons dans des eaux calmes, au milieu d'une terre nouvelle. La Nature a changé d'aspect. La forêt équatoriale laisse encore quelques vestiges sur la rive gauche; mais la rive droite est dénudée, plate, accore, taillée nettement dans l'argile blanche, et, au-dessous, dans des grès très friables et jaunâtres. D'endroit en endroit, le buisson essaie de rappeler la haute fataie, maintenant disparue sans retour. D'immenses plaines herbeuses se développent jusqu'à de lointaines et basses collines.

A terrain plat, large rivière. Quoique simple affluent et loin du grand fleuve à cet endroit, l'Oubanghi y atteint parfois plus de 1 kilomètre d'une rive à l'autre. Cette partie de son cours est partagée, par les barrières rocheuses de Mobaye et de Sétéma, en trois biefs à peu près navigables en toute saison pour des bateaux de faible tirant d'eau. Les régions de rapides ne sont accessibles qu'aux seules pirogues indigènes.

Laissant le Ouellé à droite, le troisième bief nous conduit dans le Mbomou, le tributaire le plus important de l'Oubanghi; il mesure environ 300 mètres de largeur à son confluent. Rivière capricieuse et pleine d'imprévu, le Mbomou présente, dans le quart inférieur de son cours, une série de rapides qui en rendent la navigation assez périlleuse pour les pirogues, impraticable pour toute autre espèce d'embarcation. La figure 1 indique nettement la pente des eaux dans cette région; elle montre la rivière descendant des plateaux nyam-nyams comme sur les marches d'un escalier.

A partir de Rafai, le pays devient tout à fait plat. L'altitude se maintient uniformément aux environs de 630 à 650 mètres. Les figures 3 et 4 en donnent le profil suivant deux directions, l'une vers le nord,

l'autre vers l'est; les deux itinéraires coupent en des points éloignés la ligne de partage d'eaux entre le Congo et le Nil. Il m'a paru intéressant d'en rapprocher, à la même échelle, l'altitude de trois des principales étapes depuis la côte : un des sommets du Mayombé, le Congo à Brazzaville et l'Oubanghi à Banghi. On voit par là combien l'altitude moyenne du centre du continent surpasse peu celle des points voisins de la côte.

Il y a lieu d'insister sur l'orographie et l'hydrographie de cette région, parce qu'elles permettent de serendre compte de bon nombre de particularités de la géographie africaine. C'est là aussi, sans doute, que les couches profondes viennent le mieux se révéler à la surface. Il sera donc nécessaire, pour ne pas nuire à la clarté de l'ensemble, de faire marcher de front les descriptions de la conformation et de la structure du sol, ainsi que la répartition des eaux.

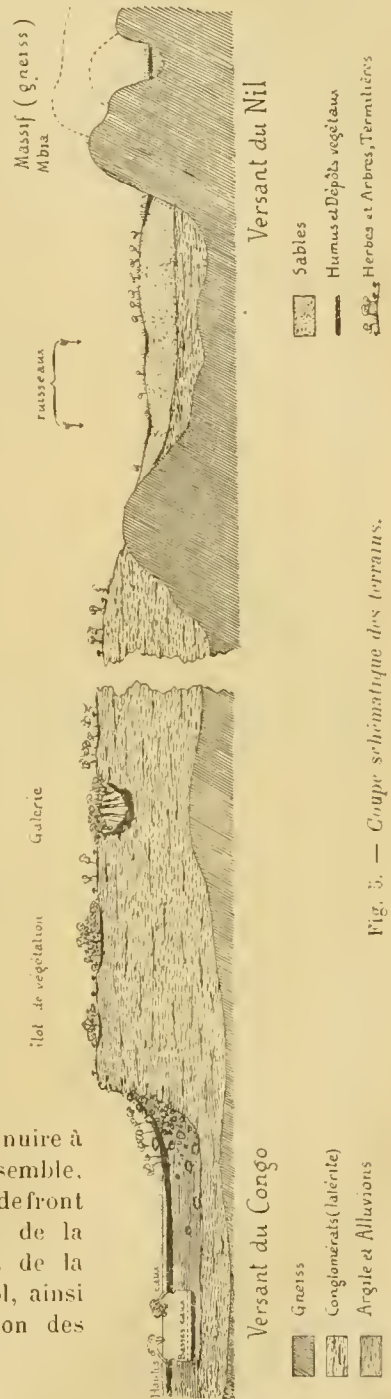


Fig. 5. — Coupe schématique des terrains.

En se basant sur l'examen superficiel des terrains dans la région des plateaux zandés, on peut se représenter la coupe du sol comme j'ai essayé de le faire sur la figure 5.

L'assise inférieure apparaît aux environs de la

¹ Actuellement appelé par les indigènes *Para-mbó*, du surnom donné par eux à un de nos agents, M. Juchereau, qui s'y est noyé, en 1896.

limite des deux bassins du Congo et du Nil. Du côté Congo, l'amphibolite du Namoungoua, quelques blocs de quartz disséminés aux environs du Kéré, du Bégoué et du Ngwa-ngwa, y représentent seuls cette couche profonde. Les gneiss, de Yabenghé, de Mbima, du Mbia-Gaza, du Mbia-Dou, du Mbia-Baghéra, voisins de la limite des deux bassins, font pressentir les massifs plus importants éparpillés sur l'autre versant.

Là, du côté Nil, ces massifs de schistes cristallins sont nombreux et disséminés à 20 ou 30 kilomètres les uns des autres depuis les hautes vallées du Soué et de l'Iba jusqu'aux limites du Darfour et du Ouadaï et peut être plus loin. L'embaras est de les caractériser par une désignation générale. Le nom de *rocher* est trop modeste; le nom de *montagne* trop ambitieux. S'il n'y en a pas déjà d'autre dans la science, le mot zandé *mbia* (caillou, rocher) paraîtrait convenir aux si remarquables monoli-

les dimensions et les formes les plus diverses. Dans la partie qui semble correspondre à l'arête du soulèvement, et qui est plus rapprochée du côté nord, ils s'agglomèrent pour former une chaîne plus compacte, creusée de golfes profonds, de défilés étroits, au sol fangeux, encombré de quartiers de roches et de bambous⁴.

L'aspect de cette contrée est empreint d'un caractère singulier et étrange. Gravissez un de ces sommets. Autour de vous s'étend à perte de vue une plaine uniforme, légèrement ondulée, sans villages, sans habitants, sans vie; la végétation y est maigre, les arbres chétifs et rabougris, les herbes grêles et délicates; c'est un steppe désolé, brûlé par un soleil ardent, stérilisé par un vent sec et aride. Plus près de vous, le terrain se déprime en légère cuvette. En cette saison sèche, le sol est, par endroits, dur et craquelé, gardant l'empreinte du pied des éléphants et du sabot des girafes; autre

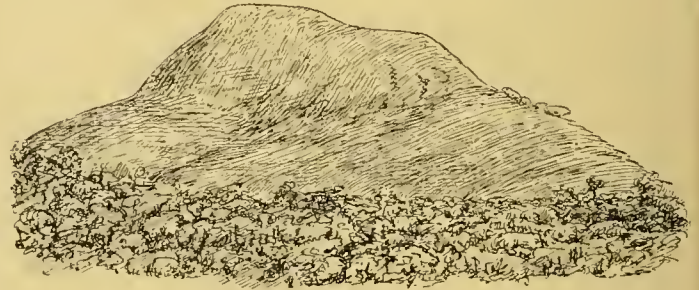
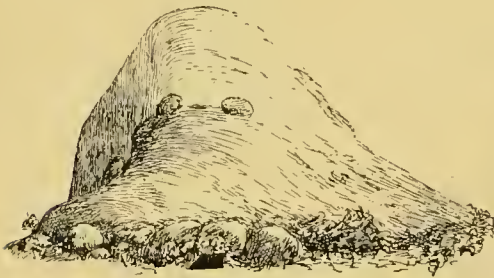


Fig. 6.
Fig. 6 et 7. — Mont Tchighigoua. (Fig. 6. — Côté nord; Fig. 7. — Côté sud.)

thes qui hérissent cette région. C'est à tort que les cartographes les figurent avec les hachures dignes des plus superbes chaînes. Illusion fort naturelle : car Junker n'avait vu que de loin l'alignement des Pambias, et le nom de *Djebel*, donné emphatiquement par les indigènes arabisants au groupe du Mangayat, avait pu en imposer aux nombreux voyageurs qui sont venus à Dem Ziber, mais ne l'avaient pas visité¹.

Le Djebel-Mangayat est le plus considérable de ces massifs. C'est un faisceau de pics, affectant dans son ensemble une forme grossièrement ovale, de 20 à 25 kilomètres dans sa plus grande dimension, du sud-est au nord-ouest. Le plus haut de ces pics, le Tchighigoua a 220 mètres au-dessus de la plaine et un kilomètre environ de longueur; ce n'est donc, en réalité, qu'un très gros rocher. Les autres pics, qui composent le groupe, présentent

part, il est formé d'un sable fin, blanc grisâtre, composé en grande partie de lamelles de mica, qui reluisent au soleil. Dans la saison des pluies, la contrée disparaît sous 20 à 30 centimètres d'eau et se transforme en un immense marécage.

De ce marais surgissent les géants de granit, isolés ici, là pressés les uns contre les autres. De la hauteur que vous occupez, ils prennent des formes bizarres, mitres d'évêques, panthéons à moitié éboulés, lions couchés, monstres marins vautrés dans la vase, prodigieuses pierres tumulaires; tout cela gris, pelé, souillé de longues traînées noirâtres (figures 6, 7, 8 et 9). Battue par les pluies diluviennes, désagrégée par des températures qui passent, entre 6 heures du matin et midi, de + 6° à + 40° ou 45°, la roche se clive en feuillets minces; des rainures, des crevasses se creusent sur la surface lisse : juste ce qu'il faut à quelques graines pour y germer, à de chétives herbes pour y croître, à un pauvre buisson pour y assujettir son tronc rachitique contre l'effort des tornades.

¹ Les monts des Pambias et les autres massifs situés dans la vallée du Soué ont été reconnus, en 1896, par M. le capitaine Hossinger et M. le lieutenant Angot, de la Mission Liotard; le Djebel Mangayat, en 1898, par M. Liotard lui-même.

⁴ *Bambusus abyssinica*.

Ce chaos de pierres sans fertilité et sans vie laisse une impression de désolation et de mort. La dévastation est passée par là avec les hordes du Mahdi. Sur les sommets, on trouve encore quelques débris de poteries brisées, témoins de la fuite des indigènes devant les horreurs de l'Islam. Ce lugubre pays semble porter le deuil de ses villages incendiés et de ses populations massacrées ou réduites en esclavage. Les autres pics situés vers le Nord, Lili, Loutou, Talgaouna, etc. ; ceux qui se trouvent dans la vallée du Soué, Pambias, Eroubou, Ndzoungou, Ndour et bien d'autres ; de même aussi, sans doute, ceux qui sont échelonnés entre ces deux régions et qui ont été reconnus par les anciens voyageurs, tels que le Dou, le Daragoumba, le Titamboyo, etc. ; tous appartiennent à la même formation, tous présentent un aspect et une constitution semblables, mais sur des proportions beaucoup plus réduites. Partout, ce sont gneiss et micaschistes. On trouve aussi en quelques points une roche formée des mêmes éléments, mais constituée par des fragments oblongs comme des morceaux de sucre scié, où le quartz prédomine, et soudés par un ciment résistant ; celle-ci n'est point feuilletée et offre beaucoup plus de dureté que les autres.

Voilà donc ce que l'examen superficiel du sol permet de connaître de son assise la plus profonde. Au-dessus vient se superposer une couche d'éléments extrêmement complexes, épaisse sur le versant du Congo, plus mince sur celui du Nil. Ce sont des conglomérats formés en proportions très variables de cailloux arrondis, de sable, enveloppés dans une gangue manifestement riche en fer, dont la teinte passe du rouge brun au noir bleu foncé. En quelques localités, cette partie colorée devient prédominante et sert aux indigènes de minerai pour la fabrication du fer. La consistance de cette roche est généralement dure. A sa surface, la gangue ferrugineuse forme des veines saillantes, circonscrivant des alvéoles d'où se sont échappés les cailloux arrondis qui y étaient logés. Elle est disposée en tables sensiblement horizontales de 1 à

3 décimètres d'épaisseur, dont la superposition constitue les plateaux de l'Afrique centrale. L'aspect de ces plateaux répond à un type assez uniforme.

Quand on monte de la vallée sur le plateau, on trouve d'abord des blocs de roches provenant du terrain désagrégé et prêts à glisser sur la pente. Quelques pas encore et le sol prend son niveau à peu près horizontal. Le sentier est semé d'un fin gravier qui roule sous les pas et rend la marche très pénible. La roche, raboteuse, est recouverte d'une sorte de lichen coriace et d'herbes courtes et fines, très glissantes. Par places, sur les points déclives, se sont amassés quelques grains de terre

végétale ; des Graminées plus drues et plus vigoureuses ont pu s'y fixer. De singulières excroissances parsèment la plaine, celles-ci d'origine animale,

sorte de gros champignons d'argile grise, isolés ou groupés en tourelles et en châteaux forts : c'est l'œuvre d'un névroptère, le *Termes mordax*. De distance en distance s'élèvent des ilots de végétation

(fig. 10) : buissons et arbres de médiocre hauteur ; la terre leur manque ; leurs racines s'étalent sur le roc. Ces arbres sont posés sur le sol comme les arbres naufrés des ménageries enfantines : le pas-

sage d'un éléphant, le vent d'une tornade suffit souvent pour les renverser, et l'on voit redressé le disque de racines qui les soutenait sans les accrocher au sol.

Viennent les pluies torrentielles du Khamsin : la roche superficielle est délavée ; l'eau court en torrent à sa surface, enlève les cendres du dernier incendie de la brousse, entraîne tout l'humus qui n'est pas retenu par les racines des herbes. Des flaques d'eau se forment, où ne tardent pas à apparaître des myriades de têtards, d'hydrophiles, de gyryns, de larves de moustiques, d'hydromètres. La végétation devient plus verdoyante et plus touffue ; mais la prochaine saison sèche anéantira ces essais de résurrection : ces plateaux sont voués à la stérilité.

Les terrains qui recouvrent les gneiss et les conglomérats ferrugineux sont formés par la désa-

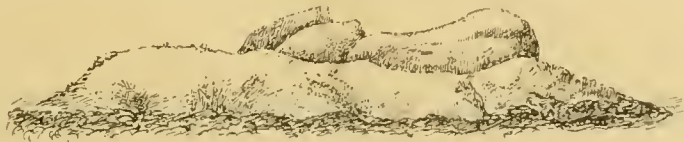


Fig. 8. — Mont Sarogo (côté est).



Fig. 9. — Mont Sarogo (côté nord).

grégation de ces roches. Ce sont, au fond des vallées, des argiles plus ou moins mélangées de sables, d'une couleur passant du blanc pur à l'ocre jaune et au rouge-brun foncé. Au-dessus viennent l'humus, les marais, tous les produits de la décomposition végétale. Sur le versant du Nil, l'action corrosive des agents atmosphériques sur les massifs cristallins a répandu dans la plaine une épaisse couche de sables, à peine mélangés d'un peu d'humus et, par suite, doués d'une très médiocre fertilité. Dans la vallée du Soué, le mica y prédomine : là, le sable est grisâtre et coulant. En d'autres points, c'est le quartz : le sable prend une couleur jaune-clair ou rosée ; il s'agglomère plus facilement

signalée sur les plateaux ; en maints endroits, des grès grossiers, mélangés de graviers ; à Matadi, près de l'embouchure du Congo, des micaschistes à mica blanc ¹.

Remarque importante : les calcaires manquent à peu près complètement dans toute cette partie de l'Afrique. A Comba, près de Brazzaville, il en passe une bande dirigée du Nord-Est au Sud-Ouest. A partir de là, on n'en trouve plus. Les eaux des rivières ne tiennent en solution que des traces de chaux tout à fait insensibles. Pourtant, l'Oubanghi renferme des quantités considérables d'huîtres, dont les indigènes font une grande consommation. Il s'en trouve également dans le Soué et jusque dans le Yobo.



Fig. 10. — Un plateau Zandé avec des îlots de végétation et des termitières.

et, au lieu de se laisser charrier en masse par les eaux de pluie, il se ravine et se découpe nettement.

En aval des hauts plateaux, on a peu visité et peu décrit les pays éloignés des grands cours d'eau ¹, de sorte que la connaissance des terrains est presque exclusivement limitée aux couches alluviales provenant de l'apport des rivières. Les seuils des rapides montrent en quelques points la roche à nu : dans le Mbomou, c'est une roche granitoïde altérée (taplite), à Banghi de gros blocs de quartz blanc laiteux soudés par cette même gangue ferrugineuse

La conformation et la structure du sol étant ainsi établies dans leurs grandes lignes, essayons de nous rendre compte de la genèse des rivières et des vicissitudes de leur cours.

II

L'absence de système orographique entraîne l'absence presque complète de sources. Celles-ci, du moins, sont rares et proviennent de faibles transsudations à travers les minces couches d'humus et de sables, qui recouvrent la surface imperméable des plateaux. On peut donc dire, d'une manière générale, que les rivières prennent naissance, non par filtration d'eaux souterraines,

¹ Sauf dans le Bas-Congo et l'Ogowé, que des géologues de profession ont étudiés avec toute la compétence désirable. Il est regrettable de constater que l'Etat indépendant du Congo a été l'objet d'investigations scientifiques sérieuses, alors que le Congo français est à peine effleuré. La bonne volonté, dont j'essaie de faire preuve ici, ne saurait remplacer les connaissances approfondies que des études spéciales peuvent seules donner.

¹ Les déterminations des échantillons de roches que j'ai rapportés ont été faites par M. Emile Haug, professeur adjoint à la Sorbonne.

mais par ruissellement des eaux de pluie sur la surface imperméable des plateaux.

Cette absence d'eaux vives occasionne de grandes privations aux populations du Bahr-el-Ghâzal, pendant la saison sèche. A cette époque, les ruisseaux sont taris; la chaleur solaire n'est tempérée par aucun nuage; les herbes brûlées couvrent le sol d'un manteau de cendres; les maigres arbres, à moitié calcinés, ont perdu leur feuillage; tout le pays est desséché et aride. Pour satisfaire leur soif, les indigènes n'ont d'autre ressource que de creuser, dans le lit d'un ruisseau ou d'un marais à sec, un trou de quelques décimètres de profondeur, dans lequel ils puisent, avec une petite calèche ou des feuilles réunies en cornet, une eau noire, bourbense, nauséabonde, peuplée d'un monde d'algues et de larves de toute nature. Chose remarquable, ces populations fuient le voisinage des rivières, qui pourraient leur assurer une abondante provision d'eau en toute saison. Elles recherchent, pour s'y établir, les emplacements dénudés, brûlés, au milieu du jour, par l'ardeur d'un soleil zénithal. J'ai vu ainsi construire des villages à proximité d'un lit desséché, alors que, à une heure de marche, un charmant ruisseau court entre des cailloux sous un ombrage délicieux. Personne n'a jamais pu me donner une raison suffisante d'une coutume si paradoxale au regard des goûts et des habitudes de la plupart des hommes. La consultation des fétiches étant éliminée, est-ce hérédité ou tradition chez des peuplades dont le berceau se trouverait dans les contrées du Nord et de l'Est, encore plus arides et desséchées? Est-ce motif irraisonné de santé, crainte instinctive des miasmes et des brouillards?

Mais, revenons à l'eau de pluie, que nous avons laissée ruisselant à la surface des plateaux. Simple filet sans cours déterminé dans les dépressions indéfinies des tables rocheuses superficielles, les eaux ont, au cours des siècles, entamé celles-ci dans les parties plus déclives. Sans cesse grossies par de nouveaux apports, à mesure qu'elles descendent vers la vallée principale, l'effet mécanique de leur masse s'accroît: la dépression devient ravinement.

On rencontre souvent, dans l'intervalle des plateaux, des vallons dont le fond est occupé par un marais hérissé de grands roseaux, de hautes herbes au chaume quadrangulaire garni d'ailes tranchantes comme des rasoirs, d'arbustes épineux, de dattiers sauvages¹ aux pointes acérées; il s'y trouve également, par petits bouquets, une jolie miniature de palmiers, aux couleurs fraîches de vert clair et de rouge orangé, au stipe gracieuse-

ment incliné. Je n'ai vu cet arbre que dans ce pays et dans ces vallons marécageux.

Au ravinement succède un ravin plus profond, qu'on appelle, depuis Piaggia, une « galerie ». La galerie ne se trouve donc point sur les parties culminantes des plateaux, mais seulement aux approches des vallées principales.

Qu'on se figure un ravin creusé dans la roche du plateau, de 15 à 20 mètres de profondeur, aux pentes très raides. Les pluies ont fait glisser d'en haut, d'abord des fragments de roc, puis de la terre végétale. L'épaisseur de la couche formée par celle-ci va naturellement en croissant du bord du ravin jusqu'au fond. Là coule le ruisseau, sur un lit de sable et de feuilles mortes. Dans cette retraite profonde, à l'abri des vents desséchants et des ouragans, dans une atmosphère maintenue humide par la proximité de l'eau, la végétation rencontre un milieu éminemment favorable à sa prospérité. Mais l'épaisseur de terre végétale, trop faible près du bord, ne tolère que le buisson; plus considérable au fond du ravin, elle admet les grandes essences; de sorte que le faite de ces végétaux de taille différente s'égalise au sommet du ravin et que le dôme de verdure dépasse à peine la surface du plateau.

Les grandes vallées, telles que celles du Kèrè, du Woula, du Bamou, du Mbomou¹, ne sont, en somme, qu'une extension, un élargissement de la galerie.

Partons encore de la surface du plateau. Immédiatement au-dessous du bord, nous trouvons des éboulis provenant de la destruction de la roche. Plus bas commence la terre végétale; la couche augmente d'épaisseur; elle se mélange avec les sables et les argiles charriés par la rivière et déposés par les crues. Là, suivant la richesse du sol, croissent de simples herbes, des buissons, des arbustes ou des arbres. Plus près du thalweg, les herbes seules subsistent; le sol devient fangeux; c'est le terrain d'inondation, couvert par les eaux, soit tous les ans, soit seulement aux crues exceptionnelles. Au milieu de cette plaine basse serpente un rideau d'arbres courts et rameux, qui dessine au loin le trajet de la rivière. En approchant, nous reconnaissons que ces arbres bordent un fossé aux parois taillées carrément comme celles d'un canal; la profondeur en est pour toutes les rivières de 3 à 5 mètres en moyenne. Terre végétale en haut; au-dessous, sable, argile et souvent grès tendres dans le bas. La rivière coule tranquillement tout au fond de ce fossé, en saison sèche; en saison des pluies, elle en remplit tumultueusement les bords

¹ Les mots Bamou et Mbomou dérivent d'un mot Karè, impossible à figurer dans notre orthographe et qui signifie eau.

¹ *Phoenix spinosa*

de ses eaux fangeuses, puis se répand dans la plaine avoisinante. Des deux côtés, les arbres, minés en dessous par le courant, penchent vers le milieu, comme se saluant d'un bord à l'autre. Cette circonstance facilite beaucoup l'établissement des ponts de lianes en diminuant leur portée.

La nature rocheuse et la dureté variable des terrains, où la rivière a creusé son lit, l'ont obligée à se replier en multiples sinuosités; on dirait les contorsions d'un ver coupé. Sur une partie de son parcours, le Mbomou fait 130 kilomètres d'oscillations autour de sa direction générale, qui n'en a que 77.

Comme le montrent les profils du sol (fig. 3 et 4), la crête qui sépare les deux bassins du Congo et du Nil est extrêmement peu marquée. Elle n'est constituée que par un plateau à peine plus élevé que les autres et tout aussi horizontal. On conçoit que, sur ces surfaces planes, le partage des eaux se

par l'imperméabilité de la couche sous-jacente, entretient sur les pentes latérales un état constant d'imbibition, qui réalise ainsi un marais incliné. Dans le fond de la dépression, l'épaisseur de vase se fait de plus en plus considérable, sous une eau fangeuse à peine courante; le marais devient fondrière.

Les rivières de plus grand débit reprennent, du côté du Nil comme du côté du Congo, la même section rectangulaire de trois à cinq mètres de hauteur, dont la surface correspond à la masse des eaux pluviales déversée par les plateaux pendant le Khamsin.

L'origine des cours d'eau africains, le défaut de réservoirs souterrains comme régulateurs de leur débit, l'absence de végétation sur les lieux élevés entraînent fatalement des écarts considérables dans

le régime hydrographique. On trouvera ici (fig. 11) une coupe du Soué à l'embouchure du Yobo.

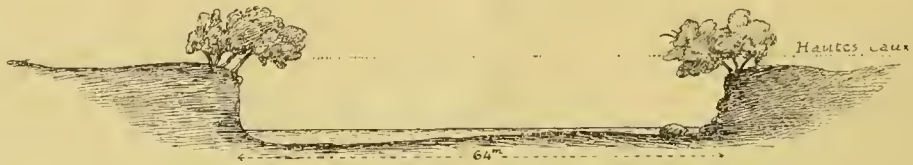


Fig. 11. — Coupe du Soué au confluent du Yobo (Échelle des hauteurs double de celle des longueurs.)

fasse avec une certaine indécision et qu'elles paraissent comme hésiter entre les deux directions. Pour beaucoup même de ces ruisselets, le sens de l'écoulement n'est pas constant; sous le moindre prétexte, quelques mottes de terre, une poignée d'herbes, ils reportent d'un bassin à l'autre leur modeste tribut; c'est une demi-stagnation, un

qui donne une idée exacte de la conformation de toutes les rivières de la contrée, Mbomou, Woula, Ngwa-ngwa, Sarangou, Biri, etc. J'y joins (fig. 12) les courbes de son niveau et de son débit moyens pendant l'intervalle d'une année. On y verra que le débit varie entre 10 et 400 mètres cubes par seconde, écart énorme, pour un point aussi élevé de son cours.

Pour des bassins de médiocre étendue, la loi de ces oscillations est évidente et facile à dégager : elle correspond nettement, quoique avec un léger retard, à l'alternative des saisons.

Mais, pour ceux qui embrassent des latitudes très différentes, la loi est plus complexe. Les tributaires ne sont soumis aux crues qu'à tour de rôle, au fur et à mesure du déplacement de la saison des pluies le long du méridien. Le Congo, dont l'immense bassin enjambe largement sur les deux hémisphères, est soumis, dans ses crues, à des ondulations correspondant aux contributions successives des bassins secondaires du Nord et du Sud. Il serait intéressant, au point de vue de la climatologie et de l'hydrographie africaines, que les Etats riverains du grand fleuve s'entendissent pour instituer un service d'observations marégraphiques en des points judicieusement répartis du Congo et de ses affluents.

Dans son ensemble, la ligne de partage d'eaux est dirigée du S.E. au N.O., courant en diagonale des sources du Mbomou à celles du Borou et du

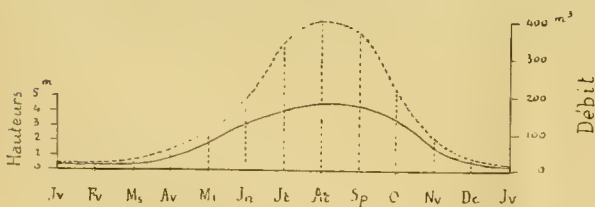


Fig. 12. — Régime des eaux du Soué. — hauteurs débits.

écoulement alternant, moitié marais, moitié ruisseau.

Les cours d'eau qui descendent des plateaux dans la direction du Nil, tout en conservant la plupart des caractères généraux décrits plus haut, offrent quelques particularités qui tiennent à la nature sablonneuse des couches superficielles sur lesquelles ils coulent.

Les dépressions, occupées par les ruisseaux de faible débit, à cause de la nature meuble du sable où elles sont creusées, sont peu profondes et très évasées. La filtration des eaux de pluie à travers la mince couche superficielle, où elles sont maintenues

Bahr-el-Arab. Le cours du Mbomou dans le Sud, et, dans le Nord, celui du groupe Bahr-el-Homr et Bahr-el-Arab, prolongé par le Bahr-el-Ghazal et une partie du Bahr-el-Djebel, sont sensiblement parallèles et dirigés en sens contraire, le premier de l'Est à l'Ouest, le second de l'Ouest à l'Est. Les affluents du Mbomou ont une disposition rayonnée, encore plus frappante, si l'on y joint le Ouellé et le Mbomou lui-même. Le Bokou¹, le Kèrè, le Woula² et son affluent le Ngwa-ngwa³, le Chinko, le Mbari, le Koto se redressent peu à peu pour venir converger soit directement, soit par leurs prolongements, au point de jonction du Ouellé et du Mbomou.

Du côté du Nil, les rivières suivent parallèlement une pente commune inclinée vers le Nord et qui les conduit dans l'immense dépression transversale dont les marais du Ghazal occupent une bonne partie. C'est le cas du Bahr-el-Djebel lui-même, du Touong, du Rôl, du Roua, de l'Iba⁴, du Soué⁵, du Pongo, du Kourou et du Biri.

Nous avons suivi les eaux depuis le moment où, recueillies par les plateaux, elles ont glissé à leur surface, s'y creusant un lit de plus en plus profond, puis s'épandant sur leurs déclivités dans deux directions opposées, Nil ou Congo. Nous voici maintenant arrivé aux grandes dépressions où se rassemblent les eaux : d'un côté, le vaste marais dont le Bahr-el-Ghazal forme la partie centrale; de l'autre, la cuvette équatoriale du Congo. Ce sont les terrains d'épandage des apports des deux bassins : produits de la dissociation des roches superficielles des plateaux, sables cristallins provenant des massifs de gneiss des *Mbins*, cendres délavées de l'incendie annuel⁶, humus, résidus de la décomposition végétale.

¹ Ou plus exactement *Bekou*.

² Improprement appelé par Junker *Ouarra*, nom qui n'est pas entendu des indigènes.

³ Improprement appelé par Junker *Goungou*.

⁴ *Iba* est le nom zandé de cette rivière; le nom dinka est impossible à traduire en orthographe française. La transcription du D^r Schweinfurth, *Tondj*, n'est que grossièrement approchée. Si l'on veut bien prendre l'y pour une consonne analogue au j allemand, la vraie appellation s'écrirait *Tôty*, qu'il ne faut par conséquent pas prononcer *Tôti*, les deux dernières lettres formant une seule articulation, une sorte de consonne double mouillée.

⁵ *Soué* est le nom zandé de cette rivière. Dans son cours inférieur, on l'appelle *Dyour*, du nom d'une population riveraine. Le passage des mots indigènes d'une langue européenne à une autre donne souvent lieu à des méprises. Ainsi le nom d'une rivière, judicieusement écrit *Wouou* par le D^r Schweinfurth avec un w anglais, a été transformé par l'auteur de la traduction française en celui totalement défiguré de *Vahou*. Ces questions n'intéressent par le géographe : un nom n'est pour lui qu'une étiquette. Il n'en est pas de même des voyageurs, auxquels ces travestissements occasionnent souvent des ennuis.

⁶ Cet incendie est allumé par la main des indigènes, lorsque les herbes sont sèches, après la saison des pluies. A cette époque, de grands espaces sont réservés par les villages voisins : à un signal, le feu est mis sur plusieurs points à la fois; les chasseurs se portent en embuscade au

Dans ces dépressions, les eaux sont maintenues à un niveau relativement élevé par les seuils rocheux des rapides et des cataractes, par les étranglements du fleuve situés en aval. Il en résulte un certain état de stagnation, très marqué dans le Bahr-el-Ghazal, où viennent converger des cours d'eau d'importance médiocre comparativement à la superficie du bassin, moins accentué au contraire dans le Congo, à cause du débit considérable du fleuve principal et de ses affluents. Il faut remarquer également que, tandis que les tributaires du Ghazal s'y rendent directement, descendant des plateaux en ligne droite et sans arrêt, ceux qui se dirigent vers la cuvette équatoriale, à un niveau sensiblement égal au précédent, n'y parviennent qu'après être descendus de degré en degré et avoir décrit, par le Mbomou et l'Oubanghi, de longs circuits parallèles au bord des plateaux qu'ils viennent de quitter; durant ce long parcours, les eaux ont pu déjà se décharger d'une bonne partie des matériaux qu'elles tenaient en suspension.

Ces diverses raisons comparatives expliquent sans doute pourquoi le bassin du Bahr-el-Ghazal est un marais pestilentiel, presque sans courant, obstrué de banes d'herbes; tandis que la cuvette du Congo n'est qu'une expansion lacustre, marécageuse en quelques points de la rive droite, mais riche en formations alluviales, dans la région où la confluence de l'Oubanghi, de la Likouala-aux-Herbes, de la Sanga, de la Likouala-Mosaka, de l'Alima forme un véritable delta intérieur. Il ne m'appartient point de parler de l'autre expansion du Congo, située au nord de l'Equateur, bien plus longue et plus large que la première; les îles innombrables dont elle est parsemée doivent être dues à une formation analogue de la part du cours supérieur du grand fleuve et de ses affluents.

Ces cuvettes intérieures tendent à se vider au fur et à mesure que les barrières naturelles, qui maintiennent le niveau des eaux, s'usent sous l'effort prodigieux du courant. Quand on voit les rapides du Congo, en aval du Stanley-Pool, leurs remous vertigineux, les hautes gerbes liquides qu'ils projettent, les amoncellements d'énormes rochers roulés accumulés sur la rive (fig. 13), l'incessant gonflement et resserrement du fleuve, qui forme comme des alternances rapides d'une sorte de flux et reflux, on se rend compte de la formidable puissance dynamique développée par ces eaux bondissantes et tourbillonnantes, en présence des résistances relativement faibles opposées par les roches

côté opposé et abattent au passage le gibier affolé par les flammes. Ce premier incendie ne suffit généralement pas pour incinérer complètement les herbes; les feuilles et les balles seules y brûlent; il faut un second incendie pour consumer les chaumes et couvrir la terre de cendres.

feuilletées, les conglomérats, les associations hétérogènes et peu compactes qui en composent la majeure partie. C'est ainsi que, au cours des âges, le Congo est venu successivement à bout de ses barrières primitives. Il fut une époque lointaine où il ne s'était pas encore frayé à travers les plateaux batéké l'étroit et profond¹ couloir actuel; il se déversait alors tumultueusement de l'autre côté, dans ce vaste cirque qui circonscrit maintenant le Stanley-Pool. En amont de ce couloir, sur le pourtour de la envette équatoriale et notamment sur la rive gauche, moins basse que la rive droite, il a

une sorte de falaise, qui marque une ancienne rive. Entre le pied de cet escarpement et le bord de l'eau règne une plaine basse, en pente très douce, soulevée en plusieurs légères ondulations parallèles au fleuve. Disons, en passant, que ces ondulations sont très communes sur le bord de tous les cours d'eau. Elles sont produites par les courants et contre-courants qui se forment dans les eaux d'inondation, au voisinage et par l'action du courant principal. A l'époque actuelle, par suite de la baisse séculaire du niveau général des eaux, ces bourrelets riverains émergent, même dans les



Fig. 13. — Amas de rochers sur le Congo, aux rapides de Kintamo (près de Brazzaville).

laissé des traces de ses niveaux successifs, comme des échelons superposés, pratiqués dans la berge accore. Il est évident, en effet, que l'usure des seuils d'aval ne s'est pas opérée avec régularité, mais que, en raison de causes multiples, notamment du défaut d'homogénéité des roches, elle s'est effectuée avec des vitesses variables et a, pour ainsi dire, subi des à-coups à marche séculaire: de là la formation de ces gradins.

En quelques endroits, on trouve, à une distance plus ou moins grande du fleuve, un escarpement,

crues, tandis que les terrains situés en arrière, couverts par les eaux débordées, ou n'offrant vers la rivière aucune issue pour les eaux de pluie, se transforment en marécages. Par exemple, c'est ce qui fait que, sur l'Oubanghi, le bord immédiat de la rivière est l'endroit le plus propre à l'établissement des villages.

Peut-être, malgré leur extrême lenteur, les effets de l'usure des seuils rocheux du Nil et du Congo ne sont-ils pas négligeables, même pour les époques historiques. Sur des surfaces aussi plates, une faible variation dans le niveau des eaux suffit pour découvrir des étendues considérables de pays¹. Cela expliquerait peut-être pourquoi les

¹ J'ignore si l'on a tenté de faire des sondages en cet endroit. Il paraîtrait, d'après M. A. Dolisie, le regretté gouverneur du Congo français, qu'une expérience de ce genre, pratiquée un peu au-dessous de Brazzaville et de la pointe de Kalina, aurait donné 75 brasses sans trouver le fond. Avait-on tenu compte de l'influence du courant très fort en cet endroit?

¹ Comparer avec ce que Stanley rapporte, d'après les missionnaires, sur l'abaissement considérable du niveau du Victoria-Nyanza *Dans les Ténèbres de l'Afrique*, t. II. Le

géographes de l'Antiquité, dressant leurs cartes d'après les relations des caravanes venues du sud, avaient cru à une mer et avaient donné au continent africain une forme tronquée dans le sud. Peut-être aussi avaient-ils été trompés par une exagération de langage analogue à celle qui a fait donner, par les indigènes arabisants, aux cours d'eau du haut bassin du Nil le nom de *Bahr*, la mer.

Cette baisse lente des eaux n'a pas pour seul effet de diminuer la surface des bassins de l'Afrique Centrale. Elle influe encore de proche en proche sur l'hydrographie des contrées plus élevées et des plateaux, et cela de deux manières : — d'abord, le niveau général baisse sur les pays d'en haut simultanément avec celui des pays d'en bas ; — puis, aux points où existent des seuils rocheux, la différence de niveau s'accroît entre les deux biefs d'amont et d'aval ; l'énergie destructive du courant augmente avec la hauteur de chute ; et les phénomènes d'érosion, sans cesse grandissants, concourent aussi, par l'abaissement progressif du barrage, à égaliser et à diminuer le niveau général.

L'eau quitte donc les hauts plateaux, ou, du moins, après les pluies, n'y fait qu'un séjour de plus en plus passager ; elle y prend des allures torrentueuses, d'autant plus préjudiciable à la fertilité du sol qu'elle entraîne sans cesse l'humus en formation.

La fertilité se trouve encore atteinte par une autre voie. Car le retrait des eaux amène l'assèchement de l'air et la disparition consécutive de cette belle végétation tropicale, qui ne saurait prospérer que dans un milieu saturé de vapeur et que la sécheresse tue. La limite de l'*Eulis guineensis* est figurée par une ligne qui partirait de l'embouchure du Kèrè pour passer dans les environs du mont Koungou, pour s'infléchir vers l'ouest.

Ainsi, la succession des pays compris entre la région fluviale et les confins du Ouadaï et du Dar-Four, avec leurs aspects progressivement variés, représentent les phases successives qu'ont pu et dû parcourir les vastes étendues stériles de l'Afrique septentrionale : la haute forêt, le taillis, le buisson, le steppe, le sable. L'impression de cette évolution graduelle est très nette pour le voyageur qui s'avance du Sud au Nord. Outre les modifications dans la nature du sol, dont j'ai parlé plus haut, on voit les grandes essences disparaître, la végétation s'étioler ; voici des légumineuses chétives et contournées, arbres à gommés et à résines, dominées par quelques tamarins, des *Terminalia macroptera*, dont les feuilles gaufrées simulent de loin les

feuilles de chêne ; des *Bassia*, qui produisent le beurre végétal ; des *Kigelia* aux longs fruits cylindriques ; et le singulier Euphorbe candélabre, dont les branches semblent des boudins articulés. Plus loin apparaissent les plantes grasses, aloès et cactus.

La faune se modifie parallèlement à la flore. Le milan, le vautour, l'hyène, le lion, les nuages de sauterelles annoncent un nouveau climat.

Je ne sais rien de plus lugubre que l'aspect de Dem Ziber, lorsque j'y suis allé, en 1897, peu après l'établissement du poste¹ par M. Liotard. Sur le versant, complètement dénudé, d'un plateau, se dresse un seul vieil arbre parmi les ruines éparpillées de monuments en briques. Ici, sur la droite, deux pans de mur, l'un percé de deux grandes fenêtres, sont tout ce qui reste de la maison de Lupton. C'est là que, au moment de l'arrivée des hordes du Mahdi, le malheureux gouverneur, abandonné de ses troupes, s'assit au devant de sa porte et attendit avec une sérénité antique la captivité, dont il ne devait être délivré que par la mort. A soixante ou soixante-dix pas de là, en descendant, on trouve les restes mieux conservés de la maison de Ziber-el-Fahal, puis de son fils Soliman. Des chambres y sont encore intactes, ainsi qu'une sorte de véranda ou d'atrium, qui occupe un coin du bâtiment et dont la voûte maçonnée est soutenue, dans l'angle, par un pilier en bois. Les autres constructions sont méconnaissables : ce sont des pans de mur, des morceaux de briques, des bouts de solives fourchues, à demi-carbonisées, qui servent de perchoirs à de tristes vautours, des débris de fortifications percées de meurtrières, des portes monumentales écroulées. Quelques citernes fournissaient l'eau, sauf au plus fort de la saison sèche. Maintenant elles sont comblées de terre, de fragments de maçonnerie, d'ossements d'hommes et d'animaux. Derrière la maison de Ziber, trois ou quatre papayers étriés et prodigieusement hauts attestent d'anciens essais de culture, d'ailleurs restés infructueux.

Vers le Nord, le regard s'étend sur la vallée de l'Oudjoukou, maigre ruisseau, desséché pendant une partie de l'année. Au delà, par-dessus la vallée du Biri, on voit se dérouler d'immenses steppes à peine ondulés, sous un ciel étincelant, chargé de brumes lumineuses. Là se dressent, à 20 kilomètres de la moudiria², et presque directement au Nord, les deux collines granitiques de Deleb, au milieu d'une forêt de *Borassus*. Que ce mot de « forêt » ne

¹ Maintenant évacué, depuis le traité franco-anglais de 1899.

² Résidence du *moudir* ou préfet turc. Nom encore donné par les indigènes à cette localité concurremment avec celui de Dem Ziber.

recul rapide des cataractes du Niagara est un exemple bien plus grandiose de la puissance destructive des eaux en mouvement.

fasse pas croire de ma part à une contradiction avec ce que j'ai dit plus haut de la végétation dans cette triste contrée. Rien de moins réjouissant que ces palmiers sans grâce, sans fraîcheur et sans ombre. Leur haut tronc dénudé¹, le long duquel pendent, comme des haillons, les feuilles desséchées; leur couronnement de larges éventails, qui rendent, au moindre vent, un bruissement de lames métalliques froissées, leur donnent je ne sais quoi de raide, de sec, d'artificiel, d'étranger à la nature végétale. La girafe fait son apparition et il ne faut pas pousser bien loin vers le nord pour rencontrer aussi l'autruche, fille du désert. La nuit, s'élève le lugubre concert des hurlements des fauves de toute espèce: le chacal, l'hyène tachetée, le lion d'Abyssinie.

Actuellement, toute cette région est à peu près complètement inhabitée. La chasse à l'esclave, les exactions des fonctionnaires égyptiens, les horreurs de l'invasion mahdiste, les razzia des petits sultans zandés ont anéanti presque entièrement les anciennes populations ou les ont poussées à se fusionner avec des tribus voisines. Toute la portion de pays qui s'étend au nord d'une ligne courbe passant par Rabet, Mbima et les monts Ndour n'est guère qu'une vaste solitude. Tout au plus y subsiste-t-il encore quelques être misérables, Krèyehs pour la plupart, menant, sous des huttes d'herbes et de branchages, une vie d'alertes perpétuelles, sans cesse traqués par les chefs zandés. On peut circuler pendant bien des jours dans cette contrée sans voir autre chose que des passées d'éléphants, des foulées de buffles et d'antilopes, ou des sentiers de singes²: sol ingrat, terre désolée, pays sans habitants, sans ressources, souvent sans eau, voué par la fatalité des phénomènes géologiques à une stérilité sans retour.

Comment la province du Bahr-el-Ghazal a-t-elle pu être décrite par quelques anciens voyageurs sous de riantes couleurs, qui ont suscité tant de convoitises en Europe? La raison en est sans doute que ces voyageurs n'y étaient parvenus qu'après un long cheminement à travers les déserts de la Nubie, les banes d'herbes du Moqren-el-Bohour et les marais infects de la Gazelle. Les steppes qu'ils avaient rencontrés ensuite, entrecoupés de quelques fraîches « galeries » et de vallées buissonneuses, leur étaient apparus comme une terre promise.

¹ D'après des mesures que j'ai faites de ces arbres sur pied, ils atteignent de 18 à 20 mètres jusqu'à la naissance des feuilles.

² Les gros singes, cynocéphales et hamadryas, qui sont surtout marcheurs, suivent en effet des routes régulières sur les plateaux et descendent ainsi des passées d'où l'herbe a disparu et qui, sauf une moindre largeur, sont parfaitement analogues aux sentiers indigènes.

Nous, au contraire, quittant la grasse région fluviale et la forêt équatoriale, nous avons éprouvé le contraste dans un sens tout opposé. La triste végétation et les villages misérables des hauts plateaux n'ont pu que nous faire regretter la nature exubérante et les vigoureuses populations de l'Oubanghi et du Congo. J'ai conservé très vive dans mon souvenir l'impression de soulagement et de bien-être, que j'ai éprouvée, après un séjour de près de trois ans sur les plateaux nyam-nyams, en revoyant le pays uzakara. Je ralentissais la marche, j'abrégais les étapes pour séjourner plus longtemps dans de plantureux villages, prolonger mes campements sous de beaux arbres, de vrais arbres, auprès d'une eau courante. Je m'arrêtais pour admirer le désordre d'une végétation touffue: arbres gigantesques, lianes enchevêtrées, maniocs superbes, énormes régimes de bananes; le papayer reprend des proportions normales; d'immenses figuiers couvrent le sol d'une ombre épaisse; l'*Urostigma* offre son écorce aux ouvriers batteurs pour la confection des pagnes. C'est le retour à la fertilité, à l'abondance, à la vie intense et riche.

III

Dans l'Afrique tropicale, les saisons sèche et pluvieuse se partagent l'année à peu près par moitié. Cette distinction n'est pourtant pas tout à fait rigoureuse, car il survient quelques petites ondées en saison sèche, ce qu'on appelle au Gabon la *pluie des mangues*; et, réciproquement, la saison des pluies se signale souvent par quelques jours de rémission.

Dans la saison pluvieuse, les pluies ne sont pas continues; elles surviennent par violents orages, généralement entre quatre et six heures du soir. Une épaisse masse de nuages noirs apparaît vers le nord-est; elle envahit rapidement le ciel; à peine a-t-elle atteint le zénith que le vent s'élève et se met tout à coup à souffler en bourrasque. Aussitôt la foudre entre en scène; éclairs et tonnerre se succèdent sans relâche. Enfin une pluie diluvienne commence à tomber en nappes compactes et fait taire peu à peu le fracas de la foudre. Avec le gros de l'orage, le tonnerre s'enfuit vers l'horizon; la pluie devient moins torrentielle, mais persiste encore quelques heures, parfois toute la nuit. Au matin, un soleil éclatant fait évaporer les dernières nuées et fait lever du sol trempé des brumes chaudes et épaisses.

On sait combien la courbe barométrique est régulière sous les tropiques. J'ai souvent recherché, tant avec un enregistreur qu'au Fortin, l'influence que pouvait exercer sur elle l'approche de

ces orages; je n'ai jamais trouvé la moindre inflexion dans la continuité du tracé.

Tels sont les caractères les plus généraux de la climatologie de l'Afrique tropicale. Elle subit cependant quelques légères modifications et affecte des allures spéciales, suivant qu'on la considère dans la région fluviale ou dans la région des plateaux.

Dans la région fluviale, le ciel est constamment couvert pendant la saison sèche; la vapeur d'eau ne cesse pas d'être en très forte proportion dans l'atmosphère. La pluie paraît toujours à l'état de menace sans jamais tomber. L'horizon est considérablement rétréci par les brumes; à Brazzaville, chacun sait que la disparition de la rive gauche du Stanley-Pool est un indice certain du début de la saison sèche.

Pendant la saison des pluies, la courbe de la tension de la vapeur d'eau procède par bonds successifs. Elle s'élève d'une manière continue pendant plusieurs jours; puis survient une condensation brusque sous forme de tornade. L'atmosphère devient d'une extrême limpidité; les lointains sont nets, clairs, et se détachent avec vigueur. Bientôt la chaleur solaire aura de nouveau saturé l'air de vapeur d'eau, et la même suite de phénomènes se reproduira.

La température, régularisée par l'énorme masse d'eau en suspension dans l'atmosphère, n'atteint jamais des valeurs extrêmes. A Brazzaville, elle oscille entre $+20^{\circ}$ et $+30^{\circ}$. Son plus faible minimum est aux environs de $+13^{\circ}$, un jour ou deux par an, dans la saison sèche, à 6 heures du matin.

Sur les plateaux et sur le versant du Nil, la saison sèche justifie réellement son nom, et d'une manière excessive. La tension de la vapeur d'eau approche de zéro pendant le jour; elle se relève à peine pendant la nuit, et seulement dans les terrains bas. Les bois craquent; le papier devient raide et se froisse bruyamment comme du parchemin. L'atmosphère se charge d'un mélange de poussières ténues soulevées par le vent de nord-est, et de fumée, provenant de l'incendie des herbes, qui, sous l'irradiation du soleil, prend un éclat et une luminosité excessifs. On éprouve une impression pénible de cuisson au pourtour des narines et des paupières.

La température subit de grands écarts entre 6 heures du matin et 1 heure de l'après-midi, maxima et minima qui peuvent atteindre $+6^{\circ}$ et $+40^{\circ}$ (à l'ombre). On reconnaît là, une fois de plus, un des caractères particuliers des contrées désertiques.

En saison des pluies, l'intervalle diminue entre les températures extrêmes; il ne s'étend plus que de $+21^{\circ}$ à $+29^{\circ}$. L'humidité atmosphérique prend un régime analogue à celui de la région fluviale; c'est-à-dire qu'il procède par oscillations diurnes, d'amplitude croissante pendant plusieurs jours consécutifs, et suivies d'une dépression brusque à l'occasion d'un orage. Dans une même journée, la proportion de vapeur d'eau se porte de 13 à 90 %. Contrairement à ce qui arrive dans la région fluviale, la nébulosité ne cesse d'être très forte; les orages ne purifient jamais le ciel. Un phénomène fécond en surprises est la soudaineté avec laquelle s'opère la condensation des vapeurs, à la tombée de la nuit; quelques minutes suffisent pour que l'humidité, avec l'abaissement de température qui suit le coucher du soleil, passe brusquement de l'état gazeux à l'état vésiculaire, puis se rassemble en amas floconneux, et enfin en nuages épais.

Dans cette région des plateaux, les phénomènes hydrographiques et les phénomènes météorologiques sont intimement liés et exercent les uns sur les autres une réaction réciproque. L'aridité du sol accroît la sécheresse de l'atmosphère; celle-ci se prête d'autant moins au développement d'une végétation qui rendrait au sol une féconde humidité. Surviennent ensuite les pluies torrentielles du Khamsin, qui charrient l'humus vers les cuvettes inférieures, dénudent la roche et préparent un terrain sans cesse plus aride. Cette progression est parfaitement mise en lumière par la comparaison des états hygrométriques de l'air, en saison sèche, dans la région fluviale et dans la région des plateaux. L'humidité, même en l'absence des pluies, ne cesse d'être très considérable dans la première, au contact des forêts et des larges étendues d'eau. Dans la seconde, au contraire, l'effet de la saison pluvieuse cesse de se faire sentir avec les dernières ondées, et tout de suite le climat passe de l'extrême humidité à l'extrême sécheresse.

Ainsi se ferme un cycle de phénomènes enchaînés, dont le terme ultime sera, dans un avenir lointain, l'empiètement des grands déserts du Nord jusqu'aux premières pentes du versant du Congo.

Dans un second article, nous étudierons les peuplades qui habitent les régions dont nous avons cherché à donner un aperçu géographique.

D^r Cureau.

Chargé de Missions.

SUR LES CONCEPTIONS
DE HAÛY, DE MALLARD ET DE M. WALLERANT
EN CRISTALLOGRAPHIE

1. — REMARQUES AU SUJET D'UN RÉCENT
ARTICLE DE M. DE LAPPARENT

Tous les cristallographes auront lu avec intérêt l'exposé magistral que M. A. de Lapparent a donné dans la *Revue*¹ des doctrines cristallographiques françaises telles que les ont établies les immortels travaux d'Haüy, de Delafosse, de Bravais, de Mallard. Ces doctrines, dans lesquelles l'hypothèse a si peu de part qu'on chercherait en vain par où elles s'écartent des déductions logiques purement tirées de l'expérience, qui n'ajoutent aux faits qu'un lien solide et jamais en défaut, qui enfin sont compatibles avec toutes les hypothèses imaginables sur la constitution de la matière, ne tarderont sans doute pas à s'imposer aux esprits en Allemagne et ailleurs, comme elles l'ont fait depuis longtemps en France. Et il était bon qu'une parole autorisée comme celle de M. de Lapparent vint rappeler aux trop nombreux savants étrangers qui, parfois systématiquement, ignorent ce qui se fait chez nous, que même annexées et germanisées comme elles le seront sans doute bientôt, comme elles le sont déjà en partie, ces doctrines, ainsi que tant d'autres, sont françaises.

Toutefois, il me paraît nécessaire qu'un élève de Mallard présente ici quelques observations sur certains passages de l'article en question qui tendent à présenter sous un jour peu conforme à la réalité les idées du Maître ou les modifications qu'on a tenté d'y introduire après lui. Des observations analogues, bien que moins graves, s'imposent en ce qui concerne Haüy.

I

Mon intention n'est pas de chicaner en détail M. de Lapparent sur certaines phrases où il établit, au préjudice d'Haüy, une distinction peu justifiée entre la conception du milieu cristallin, telle que l'a reprise Delafosse et telle que, dès l'abord, elle s'était présentée à l'idée du fondateur de la Cristallographie. Delafosse, il est vrai, a cru nécessaire de montrer que la notion de particules intégrantes

contiguës, de milieu cristallin plein, telle qu'on l'attribuait à tort à Haüy, n'était pas nécessaire. Mais ce qu'il importe de rappeler, c'est que *jamais cette notion n'a été celle d'Haüy*. La maille de Delafosse et de Bravais, bien qu'établie par un raisonnement plus général, bien que basée sur toutes les propriétés internes des cristaux, au lieu de n'être tirée que du seul clivage, ne diffère nullement de la *molécule intégrante* d'Haüy, comme on le répète trop souvent. Veut-on la preuve que la grossière notion de *molécule intégrante*, telle qu'on nous la présente, n'était nullement dans la pensée d'Haüy? « Dans l'exposé que nous faisons de certains phénomènes naturels, dit-il dans son *Traité de Cristallographie*, nous employons les mots de *contact immédiat* entre les molécules des corps; nous regardons les surfaces de ces corps comme des plans continus, parce que nous sommes portés à juger des choses prises en elles-mêmes, d'après la manière dont elles s'offrent à nos observations. Mais lorsque nous réfléchissons sur la transparence des corps, nous concevons que les rayons de lumière doivent traverser suivant toutes les directions les corps qui jouissent de cette propriété, sans être arrêtés dans leur trajet, d'où il faut conclure que *les molécules des corps, arrangées pour ainsi dire en quinconce, laissent entre elles des intervalles incomparablement plus considérables que leurs diamètres*¹. » On peut penser ce qu'on voudra du raisonnement, mais on ne saurait vraiment faire honneur à Delafosse, qui a assez d'autres mérites, d'avoir imaginé, en espaçant les « molécules », un perfectionnement de la « molécule intégrante ». On voit assez qu'Haüy distinguait nettement entre le *quinconce* géométrique (réseau de molécules intégrantes ou de mailles, peu important les mots) et la molécule matérielle quelconque dont ce réseau détermine la position. J'ai tort de dire : peu important les mots, car il apparaît trop clairement par cet exemple que l'on tend à leur attribuer plus d'importance qu'aux faits et aux idées. Haüy a employé assez improprement le mot de « molécule » pour désigner un espace géométrique, une forme; et, bien qu'il ait, on le voit, expliqué fort clairement que sa « molécule intégrante » était autre chose que la « molécule » matérielle, on ne lui

¹ DE LAPPARENT : L'évolution des doctrines cristallographiques, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 mai 1901, t. XII, p. 399 et suiv.

¹ *Traité de Cristallographie*, 1822, t. I, p. 247.

pardonna pas de n'avoir pas trouvé, pour désigner exactement la même chose, les mots certainement meilleurs, mais indifférents au fond, de « maille » et de « réseau ». Loin de moi la pensée de diminuer par là l'importance de l'œuvre de Delafosse et surtout de celle de Bravais; mais ce n'est pas en imaginant le réseau qu'ils ont rendu service à la Cristallographie, car Haüy se faisait du réseau *exactement la même idée qu'eux*; c'est en en démontrant mieux l'existence, en en étudiant les modes possibles et surtout en tirant de cette notion des conclusions qui avaient échappé à Haüy, notamment au point de vue de l'hémiédrie.

Je n'insisterai pas sur la notion singulière de « moindre action » et de « résistance vis-à-vis du dehors » où M. de Lapparent voit une explication des groupements par pseudo-symétrie. Ce serait suivre l'auteur dans le domaine littéraire, et l'on ne se sent pas le courage de souiller de prosaïques réfutations d'aussi poétiques images. Rien ne doit cependant paraître plus singulier aux élèves de Mallard que de voir attribuer, comme semble le faire M. de Lapparent, à cet esprit si merveilleusement clair et logique une interprétation nébuleuse des faits qui était bien loin de sa pensée et qu'en tout cas il n'a exposée ni dans ses écrits ni dans ses leçons. C'est précisément en détruisant cette vieille notion vague d'« augmentation de symétrie », ou plutôt en la transformant en une notion précise toute différente, celle de la *continuation du réseau*, que Mallard est sorti de l'ornière et a lancé la théorie des groupements dans la véritable voie. Le Maître serait bien étonné sans doute de l'explication de la macle de l'Aragonite, que M. de Lapparent croit reproduire selon sa doctrine.

II

Ce qui me paraît plus grave, car il s'agit, non du passé et de notions généralement classées et comprises en France, mais du présent et de l'avenir, c'est ce que dit M. de Lapparent au sujet de la voie soi-disant nouvelle où est entrée la Cristallographie par les travaux purement géométriques de MM. Sohnke, Schönfliess, etc., et surtout par les applications qu'a faites plus récemment de ces travaux M. Wallerant. M. de Lapparent montre, d'ailleurs, avec beaucoup de raison, qu'en somme une géométrie compliquée n'ajoute rien au réseau de Bravais; qu'elle ne sert qu'à obscurcir la notion fondamentale de système cristallin et d'hémiédrie pour la remplacer par celle de types de symétrie épars dépourvus de signification physique. Mais enfin cette géométrie, si elle n'est en réalité d'aucun usage pour le cristallographe imbu des idées françaises, n'est pas en elle-même dépourvue d'intérêt.

Elle constitue l'une des manières d'envisager la question et il est toujours bon de retourner les questions de toutes les manières. Ce qui est, par contre, extrêmement singulier, c'est que des cristallographes nourris dans les idées françaises, repoussant avec raison comme une complication inutile tout cet attirail de théorèmes, n'en gardent qu'une seule chose: un mot, qui, séparé de ces théorèmes, se trouve comme étranger et perdu dans la belle ordonnance logique du système de Mallard, où il n'a que faire et où il n'introduit que désordre et confusion. Je veux parler du domaine fondamental ou plutôt de la « particule fondamentale » de M. Wallerant, que M. de Lapparent adopte après lui.

Je suis loin de vouloir diminuer les mérites de ce savant. Endormie depuis la mort de Mallard, trop satisfaite peut-être du merveilleux édifice dont il paraissait avoir presque achevé la construction, la Cristallographie française semblait perdre de sa vitalité et dévier trop exclusivement vers les applications pétrographiques, lorsque les belles recherches de M. Wallerant sur le quartz, sur la fluorine, ses considérations sur la pseudo-symétrie et sur les groupements cristallins sont venues montrer que tout n'était pas dit et remettre ces sujets à l'ordre du jour. Mais, si la question est posée à nouveau, si notamment on comprend mieux que par le passé combien est encore imparfaite la théorie des macles par hémitropie, le moment est-il venu de chanter victoire et de célébrer, comme le fait M. de Lapparent, l'acquisition non de *mots* nouveaux, mais de *notions* nouvelles? Je ne le crois pas.

M. Wallerant, dans ses études sur les anomalies optiques, présente explicitement comme nouvelle cette idée que la méridrie peut-être poussée au delà de celle qui conduit à un groupe de symétrie d'ordre immédiatement inférieur à celui du réseau. Pour prendre un exemple, la Boracite, dit-il, n'est pas « pseudo-cubique et orthorhombique » comme le disait Mallard, mais a bien réellement un réseau cubique; elle est « cubique et méridre », ne gardant des éléments de symétrie du cube que ceux du système ternaire, mais conservant un réseau exactement cubique. Il y a, d'après M. Wallerant, une distinction bien nette à établir entre ce cas et celui de la Leucite, par exemple, qui n'est que pseudo-cubique. Cela est juste, encore que la distinction ne soit pas si nette en pratique.

Mais il n'y a là rien que Mallard n'ait enseigné. S'il ne l'a peut-être pas exprimé par le mot même de « méridrie » dans ses ouvrages, c'est cependant l'idée que tous ses élèves se sont faite du phénomène d'après ses leçons. Et n'est-ce pas encore s'attacher à un mot que de présenter comme une

nouveauté la notion que la Boracite est cubique et mériédre, quand on lit dans Mallard ceci : « La Boracite... se trouve dans la Nature en petits cristaux parfaitement cubiques. *Le réseau de cette substance a donc bien la symétrie cubique*; cependant la substance jouit d'une double réfraction énergique, et l'observation montre que la symétrie optique est seulement ternaire. La double réfraction est donc due *uniquement* à la molécule, dont la symétrie doit être certainement rhombique. L'édifice cristallin, composé de l'ensemble du réseau et de la molécule, a ainsi seulement la symétrie rhombique... Il nous suffit ici de constater qu'une substance peut être énergiquement biréfringente avec un réseau *rigoureusement cubique*¹ ». Il n'est pas exagéré de dire que M. Wallerant n'a pas ajouté sur ce point un iota à ce que Mallard avait conçu, écrit et enseigné, et que M. de Lapparent se fait une étrange illusion quand il dit, au sujet de la mériédrie, que M. Wallerant croit avoir imaginé de pousser plus loin que Mallard : « Cette conception une fois admise, ce qu'on appelait autrefois les anomalies optiques va maintenant apparaître sous un jour tout différent. » En réalité tout reste en l'état, et parfaitement satisfaisant d'ailleurs; il n'y a pas trace de conception nouvelle, mais un mot qui n'est même pas nouveau dans ce sens et que Mallard, qui par malheur a été enlevé à la science avant la publication de son volume sur les groupements, employait dans ses leçons et dans sa conversation, en l'appliquant aux cas même qu'a pris pour exemples M. Wallerant². La citation précédente suffit, je pense, à montrer que l'idée est celle de Mallard, sans la moindre modification. Elle montre aussi avec évidence que M. de Lapparent attribue à M. Wallerant une autre idée de Mallard, discutée et démontrée par lui tout au long dans son *Traité de Cristallographie*, quand il dit : « Ce qui est certain, c'est que, d'après l'explication que M. Wallerant a donnée de ce qu'on appelait les anomalies optiques, l'allure optique d'un cristal est déterminée non par son réseau, mais par sa particule. »

III

J'en viens maintenant, pour ne relever que les points les plus importants, à ce que M. de Lapparent présente comme le *summum* des perfectionnements apportés par M. Wallerant aux doctrines

de ses prédécesseurs. Je veux dire la théorie des macles et l'idée de pseudo-symétrie appliquée à la « particule complexe » et à la « particule fondamentale ».

Ici, nous nous perdons dans un chaos de mots sous lesquels il est souvent difficile de découvrir des idées, mais parmi lesquels les contradictions sautent aux yeux. La « particule complexe » c'est la « molécule cristallographique » de Mallard qui, quoiqu'en pense M. de Lapparent, n'a jamais été pour lui, ni même pour ses prédécesseurs (sauf peut être Haüy), identique à la molécule chimique, mais composée d'un certain nombre de molécules chimiques. C'est tout simplement l'élément, quel qu'il soit, qui se répète identique à lui-même et identiquement placé aux nœuds du réseau de parallépipèdes. Son existence physique réelle n'est pas plus contestable que celle de la matière même. C'est la *matière* dont la molécule intégrante d'Haüy est la *forme*. On ne lui ajoute rien, qu'un nom nouveau. On ne peut, comme le fait M. de Lapparent, « taxer de conception fautive, celle qui consiste à attribuer la même orientation » à toutes les molécules, car c'est leur définition même d'être équidistantes et identiquement orientées. Elles peuvent, comme Mallard l'a spécifié, contenir des molécules chimiques ou des groupes identiques de molécules chimiques diversement orientés, mais, par définition même, ces groupes ne sont pas la molécule cristallographique. Jamais Mallard n'a enseigné que chaque maille du réseau fût occupée par une seule molécule chimique.

Mais voici que les géomètres, préoccupés de donner à leurs théories toute la généralité possible, ont imaginé avec raison que le « domaine complexe », qui a souvent une symétrie, peut être considéré comme composé de plusieurs « domaines fondamentaux » dépourvus de symétrie, qui constituent, au point de vue mathématique, l'élément ultime au delà duquel il n'y a pas lieu de pousser la dissection du milieu symétrique, et dont, par le jeu des axes, plans et centres de symétrie, on peut tirer l'édifice complet. Ce domaine, qui n'est qu'une conception géométrique, M. Wallerant le transporte dans la réalité physique en le remplissant par une « particule fondamentale », qui n'a d'autre définition que celle du domaine fondamental lui-même : c'est une fraction de la particule complexe qui ne possède aucun élément de symétrie commun avec celle-ci. Rien ne démontre que cette particule fondamentale ait une existence réelle, qu'ainsi définie elle existe comme une entité distincte dans l'acte de la cristallisation. Nous savons bien que très probablement la « particule complexe » se compose de plusieurs molécules ou groupes de molécules chimiques; mais, de quel

¹ MALLARD, *Cristallographie*, t. 2, p. 196.

² Dans son cours, pour bien faire comprendre la mériédrie, Mallard donnait pour exemple une particule anorthique se plaçant aux nœuds d'un réseau cubique. On est étonné de voir M. de Lapparent déclarer (p. 119) que cette idée n'était venue à personne avant M. Wallerant, alors qu'elle est absolument familière aux nombreux élèves de Mallard.

droit, s'il est question de réalités physiques et non plus de Géométrie, supposer que ces éléments soient dépourvus de symétrie? En arrivera-t-on, si la molécule chimique dernière a, elle-même, des éléments de symétrie qui se retrouvent dans le cristal, ce qui doit être fréquent, à la décomposer en particules fondamentales? Et si, au contraire, comme le dit M. de Lapparent, « chacune des particules fondamentales est très vraisemblablement un agrégat de molécules chimiques », ces molécules chimiques se sont-elles donc groupées sans acquérir d'éléments de symétrie? Ou n'ont-elles acquis, sans qu'on puisse certes nous expliquer pourquoi, que des éléments de symétrie qui ne se retrouveront pas dans la particule complexe, alors qu'on veut, avec raison sans doute, faire jouer aux éléments de symétrie des particules un rôle dominant dans la détermination de la symétrie de leurs groupements?

Il est possible assurément que beaucoup de molécules chimiques n'aient aucun élément de symétrie, ou qu'étant symétriques elles forment en se groupant des ensembles qui n'aient plus les mêmes éléments de symétrie et en aient acquis d'autres. Mais déclarer qu'il existe toujours une « particule fondamentale » dépourvue de tout élément de symétrie de la molécule cristallographique, et, qui pis est, que cette particule se compose de beaucoup de molécules chimiques, c'est supprimer le lien qui existe certainement, et que l'on aperçoit déjà dans beaucoup de cas, entre la symétrie chimique de la molécule et celle géométrique du cristal; c'est se condamner, s'il est reconnu qu'un axe ou un plan de symétrie de la molécule chimique existe dans le cristal complet, à *subdiviser la molécule chimique*. Le géomètre a le droit de le faire, non le physicien. La « particule fondamentale » n'a pas de réalité physique; c'est une simple subdivision géométrique de la « particule complexe », qui, elle, est quelque chose de concret, de tangible, étant la substance même de la maille du réseau, et révélant sa symétrie par celle de l'édifice cristallin tout entier.

Ce n'est pas à dire que l'on doive renoncer à rien savoir sur les particules constitutives de la molécule cristallographique. Mais est-ce ajouter quoi que ce soit à la notion, déjà bien ancienne, de la complexité de cette molécule que de déclarer arbitrairement que la division doit être poussée jusqu'à la disparition de la symétrie? de prétendre traiter cette « particule » comme une unité matérielle pouvant passer à l'état solide, attirer d'autres particules semblables, et déterminer ainsi des particules complexes, des réseaux, des groupements de réseaux? Et si, abandonnant cette définition géométriquement précise qui risque d'en

faire un jour une *fraction d'atome*, on admet que la « particule fondamentale » puisse avoir avec la « particule complexe » des éléments de symétrie communs, qu'est-elle de plus qu'une de ces subdivisions quelconques de la molécule cristallographique dont tout le monde admet l'existence, mais sur lesquelles nous ne savons rien?

IV

La notion arbitraire et injustifiée de « particule fondamentale » n'a pas été imaginée uniquement pour concrétiser le « domaine fondamental » parfaitement rationnel des géomètres. M. Wallerant y voit un moyen de rendre la molécule cristalline plus souple à l'hypothèse, principalement pour l'explication des maclés. A vrai dire, on ne voit pas, dans tout ce que dit M. Wallerant, en quoi il est nécessaire pour cela de préciser que la « particule fondamentale » est dépourvue de tout élément de symétrie de la « particule complexe ». N'importe quel groupement de molécules chimiques, ayant avec la particule complexe autant d'éléments communs qu'on le voudra, ferait aussi bien l'affaire, et le *mot nouveau* n'a pas engendré à ce point de vue de *notion nouvelle*. Ce qui est nouveau, et vraiment étrange, c'est l'application à la « particule complexe » et à la « particule fondamentale », c'est-à-dire en somme à la molécule cristalline et à ses constituants quelconques, de la notion d'axes et de plans de pseudo-symétrie déterminant les groupements.

Dans un réseau de parallélépipèdes, un axe ou un plan de pseudo-symétrie sont quelque chose de parfaitement défini en direction parce qu'on spécifie toujours implicitement qu'un axe de pseudo-symétrie est une rangée et un plan de pseudo-symétrie un plan réticulaire. Et cette spécification que, je crois bien, Mallard ne s'est pas même donné la peine de faire, tant elle est évidemment nécessaire, est justifiée par l'expérience, qui nous montre les axes de maclé coïncidant avec des rangées et les plans de maclé avec des plans réticulaires. Dans les cas, à vrai dire douteux, où cela n'a pas lieu, la notion d'éléments de pseudo-symétrie cesse d'être applicable, car ces éléments cessent d'être quelque chose de défini. On voit bien, quand il ne s'agit plus de réseaux, qu'un polyèdre quelconque peut avoir une symétrie approchée, autour d'un axe par exemple. Mais cet axe n'est pas défini, sa direction n'est qu'approximativement déterminée. Voici un cube: déformons-le légèrement de façon qu'une de ses directions de faces ne soit plus exactement perpendiculaire sur les autres. L'axe quaternaire primitivement normal à cette face n'existera plus; si la déformation est faible, il y aura un axe quater-

naire limite. Mais où sera cet axe? Sera-ce la normale à la face, ou la parallèle aux deux autres, ou toute autre droite voisine? Voici la seule réponse de M. Wallerant : « Ce qu'il importe de remarquer à propos de ces éléments limites, c'est que, dans sa position symétrique relativement à ces éléments, la particule *coïncide plus exactement* avec sa position primitive que dans toute autre position voisine¹. Et voici celle de M. de Lapparent : « D'une façon générale, on peut, avec M. Wallerant, définir un élément ou organe de symétrie limite par cette condition que, traité comme un organe réel passant par le centre de gravité de la particule, il amène celle-ci dans une situation telle que sa *superposition à la situation initiale détermine une partie commune plus grande que pour n'importe quelle autre position* ». Si M. Wallerant reste dans le vague, M. de Lapparent précise d'une manière absolument arbitraire et que ne justifient aucun fait d'observation quelconque, ni même les besoins d'aucun raisonnement. Dans un triangle qui n'est qu'à peu près isocèle, quel est l'axe de pseudo-symétrie? Est-ce la médiane, la bissectrice, la hauteur? M. de Lapparent répondrait, je crois, que c'est la bissectrice. Mais pourquoi?

En réalité, il est impossible, à moins de tomber ainsi dans l'arbitraire, de définir d'une manière précise les éléments de pseudo-symétrie d'un polyèdre. Et alors, que dire de la distinction, essentielle selon M. Wallerant², et sur laquelle il base toute sa classification des groupements, entre les deux cas où : 1° les éléments en question font entre eux exactement les angles des éléments de symétrie d'un polyèdre, et 2° les éléments limites ne font qu'à peu près ces mêmes angles, par exemple les axes pairs ne sont pas exactement perpendiculaires sur les plans de symétrie. La distinction est juste, elle existe, elle a été dès longtemps signalée; seulement elle n'a aucun sens si on l'applique aux éléments de symétrie de la particule, qui est un polyèdre quelconque, dont les éléments de pseudo-symétrie ne sont pas plus définissables en direction que ne l'est en position l'équateur d'un œuf. Elle ne signifie quelque chose que si l'on parle des éléments de symétrie d'un réseau, rangées et plans réticulaires. Imbu des idées de Mallard, je comprends bien que les macles de l'Albite et du Péricle revèlent l'existence *dans le réseau* des feldspaths d'un plan de symétrie limite et d'un axe binaire limite qui ne sont pas exactement perpendiculaires entre eux. Je vois bien que, dans les deux cas, en parlant d'un plan réticulaire commun ou d'une rangée commune, les deux individus cristal-

lins ont pu se développer, grâce à la quasi-identité de leurs réseaux dans ces positions, comme s'ils ne formaient qu'un seul cristal. J'ajoute volontiers : grâce à la quasi-identité des positions de leurs molécules, car j'admets tant qu'on voudra, comme encore le faisait Mallard, que ces éléments de pseudo-symétrie ne sont pas sortis de rien, que si le réseau les possède c'est que la molécule a quelque chose du semblable en elle. Mais je demande : en quoi a-t-on avancé la théorie des macles en reportant du réseau que l'on voit, que l'on mesure, sur la particule que l'on ignore, la notion précise de pseudo-symétrie, qui, de cette façon, devient quelque chose de vague et d'indéfinissable? On y gagne simplement d'obscurcir la notion de continuation des réseaux, qui, il importe de le rappeler, est la seule base légitime de la théorie des groupements par pseudo-symétrie.

V

Je n'insisterai pas davantage sur les principes, bien qu'il y ait beaucoup d'autres choses à dire. Les résultats sont ce qu'on devait attendre. Partout où la doctrine de Mallard suffit, le raisonnement de M. Wallerant, infiniment moins clair, n'est qu'une traduction de celui de Mallard en un langage plus vague. Pour la Staurotide, pour les Feldspaths, le réseau est pseudo-cubique et cela suffit à expliquer toutes les macles; M. Wallerant croit pousser plus loin l'analyse du phénomène en disant : Si le réseau a des éléments de pseudo-symétrie, cela tient à ce que la « particule complexe » a ces mêmes éléments, et c'est elle et non le réseau qui détermine les macles. Où est l'avantage? Connait-on la particule autrement que par le réseau, en tenant compte, s'il y a lieu, de la mériédrie?

Quant aux cas où la théorie de Mallard est en défaut, c'est-à-dire quant aux hémitropies proprement dites, la théorie de M. Wallerant n'en explique pas une seule. Car on ne saurait qualifier d'explication l'affirmation sans preuve, chaque fois que l'on rencontre un plan de macle, que c'est un plan de pseudo-symétrie de la « particule complexe » ou de la « particule fondamentale », plan qui ne se révèle que de cette seule manière, ce qui interdit toute vérification. M. Wallerant voit bien que sa théorie, pour recevoir un commencement de justification, exigerait que l'on trouvât partout, ou du moins dans beaucoup de cristaux (puisqu'on s'est réservé comme échappatoire les éléments spéciaux à la particule fondamentale), tout l'ensemble des éléments de groupement disposés comme dans les Feldspaths ou la Staurotide suivant les positions approchées des éléments de symétrie d'un polyèdre. C'est ce qui n'a pas lieu en général. Il faut cependant que la

¹ WALLERANT : Groupement cristallins. *Bibliothèque Scientia*, 1899, p. 15.

² *Loc. cit.*, pp. 16, 37, etc.

particule s'y prête, et voici jusqu'où peut aller sa souplesse¹ : dans la Calcite, où les éléments de macle sont précisément disposés comme les éléments de symétrie d'un cube déformé, ce cube, qui est le rhomboèdre primitif bien connu, est tel que l'une de ses faces, au sommet ternaire, fait avec l'arête non adjacente, un angle de $109^{\circ}8'$! Si une déformation de 19° conserve la pseudo-symétrie, si la face du rhomboèdre équiaxe *b*¹ peut être considérée comme *sensiblement perpendiculaire* à celle du primitif, si on la considère comme une légère déformation du dodécaèdre rhomboïdal, c'est qu'alors les mots de pseudo-symétrie et de symétrie limite ont perdu non seulement tout sens précis, mais même toute signification physique aussi vague que l'on voudra. Considérer ce plan comme un plan de pseudo-symétrie, c'est vraiment user inconsciemment d'un trompe-l'œil. Mallard aussi a dit que le réseau de la Calcite était pseudo-cubique, ce qu'il a eu soin d'ailleurs de justifier par d'autres considérations que celles tirées de la forme ou des macles de ce minéral, mais ce n'est pas du *primitif* de la Calcite qu'il a jamais songé à faire un pseudo-cube.

L'exemple de la Calcite, pris entre cent autres, est un des plus typiques. Les plans de macle de ce minéral sont incompatibles avec aucun système de symétrie ou de pseudo-symétrie possible dans un polyèdre. Et le fait qu'ils sont cependant placés, par rapport au rhomboèdre primitif, comme le seraient les éléments de symétrie d'un cube *très déformé* par rapport à ce cube, montre avec évidence que ce n'est pas en qualité d'éléments de pseudo-symétrie du réseau ni de la particule complexe qu'ils fonctionnent comme plans de macle, mais bien simplement comme étant, ainsi que les plans de symétrie du cube, les plans réticulaires dont le réseau est le plus serré, en un mot comme plans réticulaires « importants » selon la notion de Bravais et de Mallard. Assurément tous les plans réticulaires « importants » ne sont pas toujours des plans de macle, et la théorie de Mallard sur les macles par hémitropie est insuffisante en ce qu'elle ne dit pas pourquoi les uns le sont et les autres pas. Parfaite en ce qui concerne les groupements par pseudo-symétrie, elle laisse presque tout à faire pour les autres. En laissant de côté la substitution de la « particule » au réseau, qui n'ajoute rien à ce qu'on savait, M. Wallerant ne s'écarte au fond de l'idée de Mallard qu'en affirmant que *toutes* les macles sont dues à la pseudo-symétrie, alors que Mallard, isolant ses macles par hémitropie, ne tentait même pas d'en

donner une explication complète. L'exemple de la Calcite montre assez à quel point il avait raison. En réalité, la question reste exactement au point où il l'a laissée. Il ne paraît guère douteux qu'un seul principe doive permettre de réunir dans une même théorie tous les groupements; mais si l'on ne peut encore qu'entrevoir dans quelle direction il faut chercher ce principe, on peut affirmer cependant que ce n'est pas dans celle qu'a indiquée M. Wallerant.

On reste convaincu, à la lecture de ses œuvres, que cet observateur sagace, ce théoricien malgré tout suggestif et plein d'idées, ne persistera pas longtemps, en ce qui concerne la théorie, dans cette voie sans issue, et reprendra la saine tradition de logique, de rigueur et de limpidité dont M. de Lapparent fait à bon droit la caractéristique de l'École française.

Georges Friedel,

Ingénieur au Corps des Mines,
Professeur à l'École des Mines de Saint-Étienne.

II. — RÉPONSE DE M. DE LAPPARENT

M. de Lapparent, à qui la direction avait communiqué en épreuves l'article de M. Friedel, nous a adressé la réponse suivante :

Monsieur le Directeur,

En vous remerciant de votre obligeante communication, je viens vous demander la permission de répondre, en quelques mots seulement, à l'intéressant article de M. Georges Friedel.

Il me paraît que ce serait abuser de l'hospitalité de la *Revue*, comme de la patience de ses lecteurs si l'on cherchait à prolonger une controverse sur un sujet aussi spécial que celui de la Cristallographie. D'ailleurs, la plus grande partie des observations de M. Friedel passe par-dessus ma tête pour atteindre les doctrines de M. Wallerant, en face de qui mon savant contradicteur se pose comme un adversaire résolu. Or, M. Wallerant me paraît bien armé pour se défendre, et je n'entreprendrai pas de plaider ici sa cause, au lendemain même du jour où, dans le *Bulletin de la Société de Minéralogie*, l'auteur des *Groupements cristallins* vient de publier un nouveau et remarquable travail répondant, ce me semble, à plus d'une objection de M. Friedel. Quant au reproche, adressé à M. Wallerant, de n'avoir introduit que des mots nouveaux, et non des idées nouvelles, je crois savoir que plus d'un éminent minéralogiste sera surpris de la sévérité d'un tel jugement.

En ce qui me concerne, je ne veux dire qu'un mot, à propos du dédain suprême avec lequel M. Friedel traite ce qu'il appelle la « notion singu-

¹ *Loc. cit.*, pp. 55 et 56.

lière de moindre action ». Je suis, je le reconnais, de ceux qui voient ce principe à la base de toutes les opérations de la Nature. J'y suis même en bonne compagnie, si je me reporte à la récente et magistrale étude que M. H. Poincaré a consacrée aux théories physiques, et où il établit que le critérium d'une bonne théorie est la netteté avec laquelle elle met en évidence les deux principes de la moindre action et de la conservation de l'énergie¹.

Contestera-t-on que la matière cristallisée représente l'ordonnance la plus parfaite et, par cela même, la plus stable, dont les particules des corps soient susceptibles, ni que le maximum de stabilité corresponde au maximum de symétrie? Dès lors, en invoquant ces principes, je ne crois pas avoir prêté le moins du monde au ridicule, ni abandonné le terrain scientifique pour pénétrer dans le « domaine littéraire » et celui des « poétiques images ».

Ou alors, il faudrait traiter de poète celui qui prend plaisir à remarquer que les deux lois expérimentales, de la réflexion et de la réfraction des rayons lumineux sont telles qu'on pouvait les prévoir *a priori* en vertu du principe de la moindre action.

Je terminerai en me félicitant d'avoir pu, grâce à l'obligeance de la *Revue*, attirer sur la cause de la Cristallographie une attention que cette spécialité n'est pas accoutumée à rencontrer. Quelle que doive être l'issue du débat engagé, on y recueillera du moins, je pense, cette impression, que la science des Haüy et des Bravais compte toujours dans notre pays des adeptes d'une rare distinction.

A. de Lapparent,

Membre de l'Institut,
Professeur à l'Institut Catholique de Paris.

LES IDÉES ACTUELLES

SUR LA VALEUR MORPHOLOGIQUE DES FEUILLETS GERMINATIFS

On sait qu'on désigne sous le nom de blastoderme, dans le développement des Métazoaires, l'ensemble des blastomères ou cellules de segmentation engendrées par l'œuf fécondé. A moins qu'il n'enveloppe dès l'origine une masse centrale de vitellus nutritif dont la présence modifie les phénomènes, ce germe éprouve des changements qui consistent dans l'écartement de ses cellules et la formation, en son milieu, d'une petite cavité, dite cavité de segmentation. Sous sa forme typique, le germe constitue alors une *blastula*, et le blastoderme représente une couche unique dont les éléments vont subir des phénomènes de multiplication, qui aboutissent en définitive à la constitution de deux couches ou feuillets germinatifs primordiaux emboîtés l'un dans l'autre, dont l'un (ectoderme primitif) limite le corps de l'organisme vers l'extérieur, l'autre (endoderme primitif) la cavité digestive primitive ou archentéron. Cette forme embryonnaire, constituée par deux feuillets germinatifs, est désignée sous le nom de *gastrula*.

Des deux feuillets primordiaux dérivent les feuillets définitifs par séparation d'un troisième, le mésoderme ou feuillet moyen: celui-ci constitue un complexe cellulaire issu tantôt de l'ectoderme,

tantôt de l'endoderme primitif, tantôt d'une zone indifférente des deux, tantôt de cellules particulières pouvant provenir elles-mêmes de diverses cellules des premiers stades de la segmentation. L'ectoderme et l'endoderme définitifs ne sont, en somme, que la persistance de l'ectoderme et de l'endoderme primitifs, qui se continuent respectivement en eux soit dans leur totalité, soit partiellement. Aussi ces deux feuillets définitifs gardent-ils, aux yeux des embryologistes, la même valeur que les feuillets primordiaux.

La raison d'être des feuillets, leur valeur morphologique ont préoccupé depuis longtemps les embryologistes, et deux théories, ou mieux, deux sortes de théories ont été proposées pour expliquer leur origine: les uns (His, Götte) en attribuent la formation à des causes purement mécaniques; les autres depuis les travaux de Hæckel, voient dans le développement des feuillets la répétition ontogénétique d'une phase ancestrale. C'est la célèbre *théorie de la Gastraea*, établie par Hæckel, reprise et modifiée par Metschnikoff, Ray Lankester, les frères Hertwig. On en connaît le principe. La *gastrula* paraît se rencontrer, sous une forme plus ou moins caractérisée, dans toutes les grandes sections du règne animal, et constituer un stade commun à tous les Métazoaires. Ce stade ne serait que la réapparition, dans l'ontogénie, d'une forme ancestrale: la *Gastraea*, dont les Coelentérés adultes, constitués par deux couches séparées par une lame auliste, repro-

¹ Voyez H. POINCARÉ: Les relations entre la Physique expérimentale et la Physique mathématique (Rapport présenté au Congrès international de Physique), dans la *Revue générale des Sciences* du 15 novembre 1900, t. XI, p. 1163 et suivantes.

duisent encore actuellement le type. Cette ingénieuse interprétation est fondée d'une part sur cette idée que l'ontogénie n'est autre chose que la récapitulation de la phylogénie, et d'autre part sur l'existence générale de l'ectoderme et de l'endoderme, *considérés comme respectivement homologues chez tous les animaux*, c'est-à-dire doués de propriétés spécifiques qui se transmettraient aux éléments des tissus et des organes dérivés de chacun d'eux, organes naturellement bien déterminés. Quant au feuillet moyen, il n'y a pas lieu d'en tenir compte : c'est un complexe *secondaire*, d'origine variable, qu'il est impossible d'homologuer dans les divers groupes.

Cette théorie phylogénétique a eu le plus grand succès auprès de la majorité des zoologistes, très disposés à admettre les deux principes de la récapitulation ontogénétique et de l'homologie des feuillets germinatifs, principes en apparence bien démontrés par de nombreux faits. Or, il s'en faut de beaucoup qu'on tienne aujourd'hui ces deux bases pour aussi inébranlables qu'elles le paraissent à l'origine. Je ne veux pas m'occuper ici de la doctrine de la récapitulation ontogénétique : elle a subi des critiques sérieuses dans ces dernières années (Oppel, Keibel), et ne paraît pas pouvoir être maintenue en tant que loi fondamentale biogénétique ; mais le sens général en subsiste toujours, à savoir que l'ontogénie, sans être une récapitulation exacte de la phylogénie, présente parfois des stades correspondant à des états adultes d'êtres plus inférieurs. Le principe de l'homologie des feuillets, la « théorie des feuillets germinatifs » (*Keimblätterlehre*), suivant l'expression courante, mérite à lui seul une étude approfondie.

1

Un point important à fixer tout d'abord, c'est de savoir ce qu'il faut entendre exactement par feuillet germinatif. La notion du feuillet paraît très claire à première vue ; elle est cependant moins simple à établir nettement, lorsqu'on veut donner une définition précise. Pour définir les feuillets germinatifs, on peut se placer soit au point de vue morphologique, soit au point de vue physiologique, c'est-à-dire qu'on peut les définir soit comme des couches de l'organisme caractérisées par une certaine situation, ou bien, au contraire, comme des systèmes cellulaires, ébauches de certains organes, destinés à remplir certaines fonctions. Braem s'est montré, dans ces derniers temps, un défenseur convaincu du point de vue purement physiologique ou mieux organologique. Il déclare que « le concept du feuillet germinatif n'est nullement morphologique, mais physiologique. Les feuillets sont

des formateurs d'organes. Le feuillet germinatif existe avant d'être morphologiquement reconnaissable, ... indépendamment de tous les processus morphologiques. Une couche est un endoderme, non parce qu'elle est le feuillet interne d'une gastrula, mais parce qu'elle présente les caractères physiologiques du feuillet intestinal, soit qu'elle les possède déjà, soit qu'elle les acquière dans le cours du développement ultérieur. »

Ce concept physiologique, incompatible avec la théorie morphologique des feuillets, soulève de trop sérieuses objections pour pouvoir être accepté. Par exemple, en s'en tenant à la définition de Braem, les portions terminales, antérieure et postérieure, du tube digestif, devraient être strictement qualifiées d'endoderme, alors qu'elles font manifestement partie d'un autre système que l'intestin moyen. L'auteur cherche à se tirer de cette difficulté en disant que ces régions ectodermiques servent seulement au passage des aliments, et n'ont rien à voir avec la digestion proprement dite, argument spécieux, car, en fait, l'intestin antérieur joue un rôle dans la digestion (glandes salivaires), et l'intestin postérieur peut avoir également un rôle physiologique important dans l'absorption. Au surplus, on sait que, dans quelques cas, les cellules de l'ectoderme contribuent à l'alimentation de l'embryon (cellules de l'épiderme du manteau chez les larves d'Anodonte, des houppes choriales des Mammifères) ; il faudrait alors les qualifier d'éléments endodermiques (Faussek). Enfin, comme le remarque Samassa, ce qu'on arrive à distinguer en se conformant à la définition de Braem, ce n'est plus un feuillet germinatif, c'est un organe primitif. La notion du feuillet ne peut donc être établie sur une base exclusivement physiologique et organogénique : là où cela semble possible, on arrive seulement à exprimer des analogies physiologiques, sans valeur au point de vue de la morphologie comparée. Les embryologistes n'admettent donc en général que le concept morphologique et les définitions dans lesquelles le rôle organogénique du feuillet n'intervient pas. Telle est la définition proposée par O. Hertwig, réservant le nom de feuillet germinatif à « toute couche de cellules embryonnaires disposées à la façon d'un épithélium et servant à délimiter soit la surface, soit une grande cavité du corps », ou celle, moins étroite, de V. Faussek, interprétant « comme feuillets germinatifs, dans tous les cas typiques, les divers complexes cellulaires qui se différencient dans l'embryon après ou même déjà pendant la segmentation. »

C'est aux feuillets ainsi compris dans un sens morphologique, que les auteurs ont attribué une homologie complète dans les différents groupes du

règne animal, une spécificité organogénique et histologique absolue. On avait vu maintes fois le feuillet externe (feuillet sensitif) produire le revêtement externe du corps, le système nerveux central, les extrémités antérieure et postérieure du tube digestif, le feuillet interne (f. végétatif) donner l'intestin moyen et ses annexes (foie, etc.) : on n'imaginait pas qu'une autre filiation fût possible. Pour la plupart des embryologistes, chez tous les Métazoaires, tous les organes identiques, histologiquement et physiologiquement, devaient toujours provenir exclusivement de couches germinatives de même situation. Mais de nombreuses observations sont venues contredire les idées reçues, et faire naître des doutes de plus en plus forts sur la réalité de la spécificité et de l'homologie des feuillets germinatifs. C'est l'exposé de quelques-uns de ces faits et l'examen de ces doutes que nous nous sommes proposé. On peut les grouper en deux catégories, suivant qu'ils sont tirés de l'étude du développement embryonnaire même, ou de l'étude de la régénération et du bourgeonnement.

II

Les faits embryologiques contraires à la notion de l'homologie et de la spécificité sont nombreux, et il est impossible de les énumérer tous. Götte, Kowalevsky et Marion, Kölliker, les frères Hertwig eux-mêmes ont apporté des preuves irrécusables que chaque feuillet, considéré dans l'ensemble du règne animal, est capable de donner naissance à plusieurs tissus, peut-être à tous. Les frères Hertwig reconnaissent que « les feuillets germinatifs ne sont ni des unités organologiques, ni des unités histologiques » : mais ils refusent cependant d'en tirer un argument contre leur homologie. L'ectoderme et l'endoderme peuvent bien former des organes variés ; à leurs yeux, ils n'en restent pas moins respectivement homologues dans le règne animal, en tant qu'ils offrent partout les mêmes rapports de situation et qu'ils représentent les deux couches fondamentales de la gastrula, — argument faible, puisque l'homologie organogénique prouverait seule que ces couches ne doivent pas leur disposition à de simples conditions mécaniques.

Des observations plus récentes ont montré des différences très remarquables dans le mode de formation des mêmes organes dans des groupes voisins d'une même subdivision du règne animal. On connaît des faits de substitution d'un feuillet à un autre dans le développement du tube digestif chez les Arthropodes et les Mollusques, où, dans certains cas, on a constaté la dégénérescence totale des éléments endodermiques chargés d'assimiler une énorme quantité de réserves vitellines, et usés de

bonne heure par leur fonction digestive. Ainsi, chez les Insectes plérygotes, l'endoderme disparaît sans former aucun organe de l'adulte : l'intestin moyen se constitue aux dépens d'ébauches ectodermiques (Graber, Korotneff, Heymons, Lécaillon, Pratt). Chez les Céphalopodes, l'endoderme se détruit de même (Bobretzky, Vialleton, Faussek) et le mésoderme donne naissance à sa place aux organes formés par lui chez les autres Mollusques (intestin moyen, foie). Récemment, Conte a observé également la dégénérescence totale du feuillet interne chez des Nématodes, et la formation de l'intestin moyen par le mésoderme issu du feuillet externe.

III

L'étude de la régénération et de la reproduction asexuée par bourgeonnement a fourni les arguments les plus forts contre la doctrine de la spécificité. Acceptant la théorie des feuillets germinatifs dans toute son intégrité, on admettait autrefois que les phénomènes de régénération et de bourgeonnement devaient se conformer à ses indications. Il paraissait impossible que le même organe pût se développer aux dépens de dérivés de deux feuillets différents chez deux formes d'une même espèce polymorphe, ou chez un même individu dans un cas de régénération. Les premières observations contraires semblèrent douteuses, car elles ébranlaient les bases mêmes de la théorie des feuillets, comme le remarquaient avec justesse Van Beneden et Julin. Or, les recherches poursuivies dans ces dernières années ont montré que si le plus souvent les organes se régénèrent, ou bien se constituent dans le bourgeon, aux dépens de dérivés du même feuillet germinatif que celui qui leur donne naissance chez l'embryon, ce n'est pas cependant une règle absolue, et l'on peut voir un organe d'origine embryonnaire ectodermique, par exemple, se former dans la régénération ou le bourgeonnement, grâce à la prolifération d'un dérivé endodermique. C'est ce qu'on appelle l'hétéromorphose d'origine (Bergh, Labbé¹), ou mieux l'hétéroblastie (Salensky).

Comme exemples de régénération hétéroblastique, on pourrait citer les observations de F. Wagner et de Rievel sur la régénération du tube digestif de certains Turbellariés et Annelides, si la valeur de ces résultats n'avait été considérablement diminuée par des rectifications de F. Wagner lui-même. Mais Haase a fait connaître que, dans la régénération de l'extrémité antérieure des *Tubifex*, le pharynx se reconstitue aux dépens de l'épithé-

¹ LABBÉ : L'hétéromorphose en Zoologie, *Revue générale des Sciences*, t. VIII, 1897.

lium endodermique de l'intestin moyen, alors qu'il est ectodermique dans le développement embryonnaire. M. von Bock a vu également, chez le *Chaetogaster diaphanus*, les intestins antérieur et postérieur se régénérer aux dépens de l'endoderme, à l'exception d'une petite région tout à fait terminale correspondant respectivement à la bouche et à l'anus. D'après les observations de Michel, la régénération caudale chez les Annélides se fait par un bourgeon épidermique exclusivement ectodermique, aux dépens duquel se différencient des tissus qui, chez l'embryon, proviennent respectivement des divers feuilletts germinatifs. Il semble que dans la génération l'organisme jouisse de la plus grande liberté dans le choix des matériaux nécessaires, et se règle sur des raisons physiologiques ou purement mécaniques. La nature, suivant l'expression de M. Von Bock, ne se laisse pas enfermer dans le schéma que lui impose l'application stricte de la théorie des feuilletts.

Certaines observations de reproduction asexuée sont encore plus nettes et plus indiscutables. On tenait autrefois pour absolument nécessaire que, dans ce mode de reproduction, des éléments issus de deux feuilletts germinatifs fondamentaux prisent part à la formation du bourgeon. Mais les observations directes n'ont pas toujours confirmé cette manière de voir, et, s'il en est ainsi dans certains cas, dans d'autres on a vu des organes correspondants et indubitablement homologues se former de façons diverses et aux dépens de feuilletts germinatifs différents, non seulement dans des groupes voisins, mais encore dans la même espèce (Seeliger, Salensky). Par exemple, chez les Cœlentérés, l'ectoderme et l'endoderme de l'individu-mère entrent ordinairement dans la constitution du bourgeon, mais Chun a rencontré une exception intéressante à cette règle chez deux espèces de Margéllides où les bourgeons se développent sur le manubrium exclusivement par prolifération de cellules ectodermiques : la présence de la lamelle de soutien assure à l'observation une netteté exceptionnelle, et il est indéniable que le nouvel endoderme de la jeune Méduse se différencie aux dépens d'éléments purement ectodermiques. Chez les Bryozoaires ectoproctes, des trois feuilletts qu'on trouve dans l'embryon, l'ectoderme est le seul qui se perpétue à travers la colonie, le seul qui soit représenté dans les individus nés par bourgeonnement, c'est-à-dire tous les individus de la colonie sauf le premier, né d'un œuf. L'étude du bourgeonnement des Ascidies composées fournit également des faits défavorables à la théorie de la spécificité des feuilletts. Ainsi, pour ne citer que des travaux récents, Hjort a montré que tous les organes importants de l'animal nouveau peuvent se développer aux dépens d'élé-

ments de l'animal-mère, qui peuvent être exclusivement tantôt d'origine ectodermique (*Botryllus*), tantôt d'origine endodermique (*Polyclinum*), quelle que soit l'origine ecto-ou endodermique de ces organes chez l'embryon. Ces faits ont été confirmés par Caullery. Les deux feuilletts primordiaux peuvent donc se substituer l'un l'autre dans le bourgeonnement.

IV

On le voit, les observations contraires à la théorie de la spécificité, et par conséquent à l'homologie des feuilletts, sont assez nombreuses et convaincantes pour nous permettre de croire avec Salensky que la valeur future des cellules embryonnaires dépend de leur situation, c'est-à-dire en somme de conditions mécaniques. Cependant, la foi des partisans de cette théorie ne se laisse pas si facilement ébranler. Les explications les plus spécieuses ont été imaginées pour diminuer l'importance des faits acquis. A propos du processus, plusieurs fois observé, de la formation du système nerveux aux dépens de l'endoderme dans les bourgeonnements des Tuniciers, Ritter objecte que l'ectoderme de ces animaux est différencié à un très haut degré, n'ayant pour ainsi dire plus qu'une seule fonction, la production de la cellulose : par suite il n'est plus capable de fournir des différenciations nouvelles, il n'est plus un feuillet sensitif, et l'endoderme prend sa place. Mais comment expliquera-t-on alors que, dans d'autres cas, c'est précisément l'ectoderme qui fournit tous les éléments du bourgeon ?

Pour des cas semblables, Rabaud déclare que « l'ectoderme, tissu primordial d'où sont nés tous les autres, reprend son indifférence initiale », ce qui ne soulève aucune difficulté puisque, « surtout chez les êtres inférieurs, il n'est pas un tissu étroitement différencié, qu'il est le feuillet originel ». Cela revient à dire, en somme, qu'il a les propriétés du feuillet blastodermique unique de la blastula, c'est-à-dire qu'il n'a aucune propriété spécifique.

Caullery, à propos du bourgeonnement des Ascidies composées, et Calvet, au sujet des Bryozoaires, estiment qu'il y a lieu d'établir une distinction entre le développement embryonnaire et le développement par bourgeonnement ou régénération. Le bourgeonnement n'est qu'une reconstitution partielle d'un individu : c'est une sorte de régénération.

Le bourgeonnement et la régénération, phénomènes intimement liés, s'effectuent suivant des processus post-embryonnaires acquis, et offrant le « caractère partiel d'une régénération », tandis que le développement par œuf est « un phénomène total ». « Le bourgeon porte au plus haut point l'empreinte d'une épigénèse, c'est-à-dire d'une

évolution dépendant avant tout des conditions environnantes. Sa morphologie doit être fondée sur cette considération, et ne peut ni fortifier ni affaiblir la théorie des feuillets » (Caullery). Cette distinction est très admissible, mais elle n'enlève rien à l'importance de ce fait que des éléments issus d'un feuillet peuvent se substituer à ceux d'un autre.

Pour Hjort, si le bourgeon d'une Ascidie composée peut se former aux dépens d'un seul feuillet germinatif, c'est que ce feuillet n'en est pas au sens habituel du mot, et représente, comme les éléments de la blastula, « un matériel cellulaire indifférent qui doit se transmettre de génération en génération ». Une telle interprétation n'est pas pour fortifier la notion de la spécificité.

L. S. Schultze a repris et perfectionné cette théorie, destinée à détruire l'effet des arguments tirés de la régénération et du bourgeonnement. D'après lui, la différence du lieu d'origine des cellules-mères d'un organe dans l'embryologie d'une part, dans le bourgeonnement ou la régénération d'autre part, n'a aucune importance au point de vue de la théorie de l'homologie des feuillets germinatifs et de la détermination de l'homologie des organes : il suffit d'admettre l'existence d'un matériel spécial de cellules destinées à proliférer dans les processus de régénération et de bourgeonnement. Dès lors, les premiers phénomènes embryogéniques n'ont rien de commun avec les phénomènes de la reproduction asexuée ou ceux de la régénération ; on distinguera les couches formées dans ces cas sous des noms nouveaux : ecto-, endo-, mésolemme, tout à fait différents des ecto-, endo-, mésoderme ou feuillets germinatifs. Seulement, il reste à prouver par des observations directes l'existence de ce matériel de reproduction asexuée et de régénération, et, s'il existe, sa présence dans les divers feuillets suffit à leur enlever toute spécificité.

Au surplus, comme le remarque Michel, s'il ne faut sans doute pas exagérer le rapprochement des développements embryonnaire et régénératif, et vouloir pousser le parallèle de la formation de l'embryon et du bourgeon jusqu'à une identité complète, on doit cependant reconnaître que « la spécificité absolue des feuillets conduit à des résultats absurdes. » ... « Tout processus dépendant uniquement de conditions internes, nées de l'état

antérieur, autrement dit de l'hérédité, et de conditions externes, si les conditions se retrouvent les mêmes, le même processus se produit : en dehors de là, il n'y a que mots et systèmes. » En somme, il y a une sorte de spécificité apparente acquise, ou, comme le dit Houssay : « une spécificité de fait, capable, en raison de sa longue durée, d'imprimer des traces suffisantes pour ne pouvoir, en certains cas, être détruites ». Mais, sans chercher à dénier toute valeur morphologique à des formations aussi générales que les feuillets, il est permis de leur refuser l'importance considérable qu'on leur attribuait autrefois, et de se ranger à l'opinion ancienne de His, Götte, Kölliker, sur leur valeur morphologique secondaire. Il n'existe entre eux aucune différence histologique ou physiologique profonde ; ils ne possèdent aucune spécificité réelle, mais seulement une spécificité apparente, résultant de ce que le plus souvent chacun d'eux se trouve placé dans des conditions qui se répètent. Si, dans la plupart des cas, ils évoluent chacun suivant des processus particuliers, et ne donnent ordinairement naissance qu'à des complexes organiques bien déterminés, cela doit dépendre de conditions mécaniques du développement, et non de propriétés vitales intimes de leurs cellules (Faussek). Nous concluons, avec Heymons, qu'on ne peut voir en eux des documents pour une théorie phylogénétique¹.

D^r Saint-Remy,

Professeur adjoint à l'Université de Nancy.

¹ Il n'est pas possible de donner ici la bibliographie assez étendue de ce sujet, pour laquelle je suis redevable de précieux renseignements à mes amis A. Prenant et L. Cuénot ; on la trouvera indiquée en grande partie dans les Mémoires suivants :

V. FAUSSEK : *Untersuch. ueber d. Entw. d. Cephalopoden. Mitth. Zool. St. Neapel*, XIV, 1900.

R. HEYMONS : *Die Embryonalentw. d. Dermapteren u. Orthopt.* Jena, 1895.

A. MICHEL : *Rech. sur la régénér. ch. les Annélides. Bull. scientif. France et Belg.*, XXXI, 1899.

ET. RABARD : *La régénér. et la cicatris. dans leurs rapports avec le dével. embryonn. Arch. gén. de Médecine*, 1900.

SALENSKY : *Heteroblastie, Proc. 4th. Intern. Congr. Zool. Cambridge*, 1898.

L. S. SCHULTZE : *Die Regener. d. Ganglions von Ciona intestinalis L. Jen. Zschr. f. Naturwiss.*, XXXIII, 1899.

O. SEELIGER : *Natur u. allgem. Auffassung d. Knospentfortpfl. Metazoen. Verhandl. d. deutsch. zool. Gesellsch.*, 6. Jahresvers. Bonn, 1896.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Annario del Observatorio astronomico de Santiago de Chile, publicado por **A. Obrecht**, Director del Observatorio. Tomes I et II. — 2 vol. in-8 de 234 et 184 pages avec planches. Imprenta Cervantes, Santiago de Chile, 1900.

L'éminent directeur de l'Observatoire de Santiago (Chili), M. A. Obrecht, vient de commencer la publication des travaux qui y ont été exécutés par lui ou sous sa direction. Les deux premiers volumes de l'Annuaire de l'Observatoire renferment des Mémoires importants : de M. Obrecht, sur la Théorie de la précession luni-solaire; de M. Taulis, sur la détermination des coordonnées géographiques de la lunette méridienne de l'École navale; de MM. Obrecht et Krahnass, sur la détermination de la gravité à Santiago ($g=9^m,7953$); de M. Obrecht, sur la détermination du mouvement du pôle terrestre au moyen de la photographie; de M. J. Taulis, sur les coordonnées géographiques et les éléments magnétiques de la ville de San Felipe.

Notes et formules de l'Ingénieur, du Constructeur-mécanicien, du Métallurgiste et de l'Electricien, publiées par un Comité d'Ingénieurs, sous la Direction de MM. Ch. VIGREUX, Répétiteur à l'École Centrale, et Ch. MILANDRE (12^e édition). — 1 vol. in-12 de 1500 pages avec 1130 figures (Prix, cartonné : 12 fr.). E. Bernard et C^o, éditeurs. Paris, 1901.

Le but poursuivi par les auteurs de cet excellent ouvrage peut se résumer en quelques mots : mettre sous une forme très condensée tous les renseignements dont peut avoir à faire usage un technicien quelconque dans l'établissement du projet d'une machine; donner au lecteur le moyen de se faire rapidement une idée de la construction ou de l'usage d'une machine ou d'un organe mécanique, et des propriétés des matériaux employés dans toutes les branches de l'industrie.

Les chapitres de l'ouvrage donnent successivement des formules de Mathématiques pures et appliquées, avec les tables numériques correspondantes, des notions élémentaires de Mécanique rationnelle, des indications sur le frottement et la résistance des matériaux, puis des renseignements sur l'Hydraulique, la Chaleur, avec des applications à la tuyauterie, à l'écoulement des gaz, aux chaudières, à la navigation, et, spécialement encore, aux fabrications telles que celles du papier, du sucre, de la bière. Viennent ensuite quatre parties distinctes, consacrées à la Métallurgie, à la Traction, à la Balistique et à l'Electricité. Enfin, un vocabulaire trilingue termine l'ouvrage.

Ici pourrait s'arrêter notre tâche; car, devant une douzième édition, les éloges peuvent paraître superflus, et les critiques réfutées d'avance par la sanction donnée par les lecteurs. Mais ce serait peut-être restreindre trop notre devoir vis-à-vis de nos lecteurs.

L'énorme profusion des renseignements précis, donnés sous une forme aussi réduite que possible, tirera toujours d'embarras ceux qui auront à faire usage des *Notes et formules de l'Ingénieur*, qui ne devraient faire défaut dans la bibliothèque de aucun technicien et d'aucun homme de science. Mais, en y regardant de très près, on entrevoit la possibilité de faire mieux encore, de critiquer plus complètement les sources, de sacrifier une fois pour toutes des données numériques, bonnes autrefois, mais qui ne correspondent plus à l'état actuel des sciences techniques, tels, par exemple, les tableaux de Matthiessen, révisés par les recherches

récentes en Electricité, ou certaines données concernant les poids et mesures. Puis, l'impression générale qui se dégage, lorsqu'on revoit dans son ensemble la table des matières, est que, si l'on trouve tout dans l'ouvrage, bien des renseignements sont loin de l'endroit où l'on aurait cru devoir les chercher. Pourquoi, par exemple, les sondages, les forages, la géologie, les poids et mesures sont-ils rattachés à la traction? Pourquoi les unités ne sont-elles données qu'à propos de l'Electricité? C'est, assurément, dans cette science qu'elles ont atteint tout d'abord leur plus parfait développement, mais elles se sont heureusement répandues tout à l'entour. Pourquoi encore la densité de la tourbe ou de la terre végétale est-elle donnée à la suite de la Métallurgie? Pourquoi enfin la résistance des matériaux est-elle scindée en deux parties, l'une rattachée à la Mécanique, l'autre à la Métallurgie?

Ces quelques bizarreries donnent un peu l'impression d'un ouvrage dû à une collaboration assurément très compétente, mais dont le travail n'a pas subi une refonte suffisante, et pour lequel, si le souci du détail a été grand, celui de l'homogénéité a été moindre.

La table alphabétique complète rend, pour la pratique, ce petit défaut négligeable. Si les auteurs pensent, comme nous, qu'il est réel, pour l'harmonie de l'ensemble, ils pourront, par quelques transpositions, le faire disparaître dans la treizième édition.

Ch. Ed. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Grimaux (Ed.). — **Chimie organique** (8^e édition). — 1 vol. in-12 de 462 pages, avec figures dans le texte. (Prix : 5 fr. 50.) — **Chimie inorganique** (8^e édition). — 1 vol. in-12 de 533 pages, avec figures dans le texte. (Prix : 5 fr. 50.) Félix Alcan. Paris, 1901.

Cet admirable petit livre, dont la librairie Alcan nous donne aujourd'hui la 8^e édition, a été révisé et mis au point par l'auteur peu de jours avant sa mort. Ce n'est pas seulement aux étudiants en Médecine, pour qui l'ouvrage fut d'abord écrit, qu'il a rendu et rendra encore des services. Quiconque désire s'initier aux choses de la Chimie et prendre une vue nette et précise des lois générales et des méthodes de cette science, a le devoir de lire ces deux volumes, véritable chef-d'œuvre de haute pédagogie scientifique.

Ed. Grimaux possédait au plus haut degré le don de la clarté : il exposait, de façon à être compris de tous, la Science la plus élevée, et lui gagnait ainsi des adeptes. Ses leçons à l'École Polytechnique, à la Faculté de Médecine, sont restées célèbres dans le monde des Ecoles, et doivent à bon droit être citées comme un modèle d'enseignement chimique. Il ne servirait de rien d'analyser celles qu'il a professées à l'École de Médecine, les faits qu'il y décrit étant de ceux que connaissent tous les hommes du métier. Ce qu'il faut louer dans cette œuvre, c'est, avant tout, le talent de l'écrivain, qui a su s'imposer en chaque chapitre de ne pas tout dire, et est arrivé à choisir de la façon la plus habile les faits qu'il fallait mettre en lumière et l'ordre suivant lequel il convenait d'en parler pour donner au lecteur une idée exacte du système positif de la Science.

En feuilletant ce dernier ouvrage du regretté savant, on ne peut s'empêcher de haïr davantage les manœuvres infâmes qui ont troublé les deux dernières années de sa vie, et, sans aucun doute, hâté sa fin.

LOUIS OLIVIER.

Park (James), *Professeur à la Société Géologique de Londres.* — **The Cyanide process of Gold extraction.** — 1 vol. de 127 pages avec gravures. (Prix : 6 sh.) Ch. Griffin and Co, éditeurs. Londres, 1901.

L'auteur avait publié la première édition de cet ouvrage en Nouvelle-Zélande, mais il l'a considérablement amplifiée, en y adjoignant les derniers perfectionnements survenus dans cette industrie si progressive. Depuis quelques années, l'adaptation des méthodes scientifiques au traitement des minerais a rendu la métallurgie de plus en plus dépendante des connaissances chimiques, et cela surtout pour les procédés de cyanuration appliqués à l'extraction de l'or, car il s'y présente souvent des cas fort perplexes provenant des causes les plus simples. La description du procédé Mac Arthur Forrest, sa théorie et son application pratique, les différents moyens d'extraire l'or de ses solutions, tels sont les principaux traits de ce petit ouvrage très documenté, à la fin duquel un appendice fournit des détails inédits sur les nouvelles méthodes de cyanuration suivies actuellement en Nouvelle-Zélande avec un plein succès.

ÉMILE DEMENGE,
Ingénieur-métallurgiste.

Hélot (Jules), *Vice-Président de la Chambre de Commerce de Cambrai.* — **Le Sucre de Betteraves en France, de 1800 à 1900.** — 1 vol. in-4° de 220 pages et dessins (Prix : 15 fr.). Imprimerie F. et P. Deligne. Cambrai, 1901.

La fabrication du sucre de betteraves est née en France, au début même du siècle. La belle découverte, purement théorique, de Margraaf, avait été, à la fin du xviii^e siècle, de la part d'Achard, chimiste prussien. L'objet d'une exploitation industrielle en Silésie; mais Achard, malgré les prodigalités du roi Frédéric-Guillaume III, malgré l'ingéniosité des procédés employés, ne put réussir. C'est le 6 messidor an VIII (1800), que Deyeux, membre de l'Institut, fit connaître en France les procédés d'Achard, et montra qu'ils pouvaient fournir le sucre de betteraves au même prix que le sucre de cannes. On abandonna cette direction imprimée par Deyeux pour suivre une chimère, l'extraction du sucre de raisins, et ce n'est qu'au moment du blocus continental, que de nouveaux efforts furent faits, et que Deyeux, Crespel, Drapiez réussirent, chacun de leur côté, et la même année (1810), à fabriquer du sucre de betteraves en pains. De cette époque datent les encouragements de l'empereur Napoléon I^{er}, qui, admirablement secondé par Chaptal et par de Montalivet, sut donner l'essor à cette industrie nouvelle. Aujourd'hui, après cent ans de travail, la production du sucre de betteraves s'élève en France à 800.000 tonnes.

Le moment était donc admirablement choisi pour faire une étude rétrospective de cette grande et belle industrie, et personne mieux que M. Hélot, l'un des fabricants de sucre les plus instruits et les plus acharnés au travail, n'était désigné pour en faire le panégyrique, à la cérémonie de son Centenaire.

La question de la fabrication du sucre n'est pas une question isolée, au milieu de celles qui intéressent l'agriculture et l'industrie française; et, quand on se propose de l'étudier; il faut prendre à la fois en considération la culture de la betterave, les perfectionnements des procédés, les modifications dans l'outillage, l'établissement de l'impôt qui frappe le sucre, et la concurrence qu'exerce le sucre de betteraves vis-à-vis des sucres coloniaux de cannes.

Ce sont ces considérations que M. Hélot s'est, avec beaucoup d'habileté, attaché à faire ressortir dans le très bel ouvrage qu'il a publié au moment de l'Exposition universelle. La betterave, ou la *bette* de 1810, qui renfermait 4 à 5 % de sucre, est devenue, par les procédés modernes de sélection, auxquels le nom de Vilmorin est immortellement attaché, la betterave riche à 15 et 20 %. L'avenir est peut-être même plus intéressant encore à considérer; de grands efforts sont

faits, en particulier par M. Hélot lui-même, pour reproduire non plus par graines, mais par boutures, les betteraves de race riche. Les procédés de défécation à l'acide, puis à la chaux, ont fait place aux procédés de Possou et Périer. L'outillage s'est complètement transformé; les râpes et les presses ont été délogées par les appareils de diffusion; les chaudières à air libre par les chaudières à vide; combien il est intéressant de suivre ces progrès sur les plans que M. Hélot a su retrouver, et qui nous montrent l'installation de sucreries modèles depuis 1835 jusqu'à nos jours. Enfin, l'étude de la législation des sucres ne doit pas être négligée; elle est le reflet de la situation relative des deux industries concurrentes de la canne et de la betterave; elle est également le reflet de la prospérité de l'une et de l'autre. Napoléon I^{er} donnait des licences aux fabricants de sucre, et faisait distribuer des secours. Aujourd'hui, l'Etat n'hésite pas à prélever sur chaque sac de sucre un impôt de 60 francs. C'est la législation de 1884, si habilement défendue par M. Méline, qui a fait la prospérité de la sucrerie de 1900.

Le meilleur éloge que l'on puisse faire des documents réunis par M. Hélot dans son livre, se trouve dans ce fait qu'un amateur, on pourrait dire un connaisseur, peu scrupuleux, a eu la hardiesse de profiter du désordre qui a présidé à l'installation de l'Exposition, pour voler les pièces originales que M. Hélot avait cru devoir annexer à l'exposition de son ouvrage.

L. LINDET,
Professeur à l'Institut National Agronomique.

3° Sciences naturelles

Charpentier (H.), *Ingénieur civil des Mines.* — **Géologie et Minéralogie appliquées.** — 1 vol. in-4° de 644 pages avec 115 figures (Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics. Prix cartonné : 8 fr.). 1^{re} Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1901.

Les cent cinquante premières pages du livre sont consacrées à une sorte de résumé des connaissances générales sur la géologie et les roches nécessaires à l'ingénieur. L'intérêt propre du livre est de décrire, pour chacun des métaux usuels, des principaux matériaux de construction et des corps variés qui intéressent l'ingénieur, les minerais, les gîtes et les procédés d'extraction. A ce point de vue, le livre de M. Charpentier peut être cité comme un modèle d'autant plus précieux que les nombreux faits qu'il renferme n'avaient guère été rassemblés jusqu'à présent dans des manuels réellement utiles au praticien. Les miniers y trouveront des descriptions d'une précision extrême, accompagnées d'une foule de coupes et de croquis relatifs aux gisements, et d'indications abondantes sur la production annuelle des diverses mines. Au sujet de chaque minéral étudié, est citée la bibliographie utile qui le concerne.

Belzung (Er.), *Professeur au Lycée Charlemagne, Docteur ès Sciences.* — **Anatomie et Physiologie végétales.** — 1 vol. in-8° de 1.320 pages avec 1.700 gravures dans le texte. (Prix : 20 fr.) Félix Alcan, éditeur. Paris, 1901.

Les modifications survenues depuis quelques années dans la clientèle de nos Facultés des Sciences ont déterminé l'éclatement d'un certain nombre d'ouvrages destinés à familiariser nos jeunes étudiants avec les principes généraux de la science des plantes. Aucun d'eux n'a l'importance et la portée de celui que nous devons à l'expérience pédagogique et à la science de M. Belzung. Nulle part, sauf dans les traités destinés aux études supérieures, on ne saurait trouver un pareil luxe de détails minutieux et circonstanciés; nulle part, la méthode d'exposition n'est plus précise. C'est un travail de longue haleine auquel l'auteur a consacré des années, par lequel il espère étendre à diverses catégories d'étudiants le bénéfice d'un enseignement qui fait honneur à nos grands lycées.

Il s'est proposé de donner des principales questions d'Anatomie et de Physiologie végétales un exposé conforme à l'état de la Science. Il y a réussi pour la plupart d'entre elles, et plusieurs chapitres peuvent être cités comme des modèles de mise au point aussi exacte que possible.

Ce volume n'est pourtant pas un Traité, dans la pensée de l'auteur. Il y voit un livre d'étude, dans lequel le lecteur soit à même de trouver un fonds de connaissances qui lui permette d'aborder avec fruit les ouvrages plus complets et surtout les travaux spéciaux; par malheur, en ce qui concerne cette partie du programme, M. Belzung ne donne aucune indication bibliographique. Comment le lecteur atteindra-t-il les ouvrages plus complets et les travaux spéciaux? Rien ne lui permet de les découvrir, si ce n'est, parfois, un nom d'auteur accompagnant une figure. Comme livre d'initiation, comme livre d'étude, quelque chose manque donc à celui de M. Belzung que tout étudiant doit réclamer, c'est la base même de la critique. Comme Traité, l'absence complète de renseignements bibliographiques met le lecteur dans l'impossibilité de reconstituer l'histoire des questions, même les plus fondamentales. On fait trop aisément fi de l'histoire des idées depuis quelques années; on se débarrasse du souci de la recherche des sources en la déclarant inutile et l'on attribue, sans sourciller, des découvertes accomplies depuis de longues années, à des contemporains qui n'y sont pour rien. Certains noms doivent être cités parce qu'ils marquent des dates importantes qu'il n'est pas permis d'ignorer, sans la connaissance desquelles les rapports de la Science et de ses diverses parties demeurent insaisissables.

A une époque où l'activité scientifique est aussi grande, tout ouvrage de ce genre, sans bibliographie, reste un Manuel. Celui-ci est un excellent Manuel, auquel il faudrait ajouter pourtant des tables détaillées des matières pour que chacun y puisse trouver ce dont il a besoin.

Tout y est réparti avec un ordre parfait; l'ouvrage y est divisé en dix parties, subdivisées en sections, en chapitres et paragraphes dont l'importance relative est signalée par des différences typographiques; mais cette classification, expression d'un dogmatisme savant, poussant l'analyse jusque dans les plus menus détails, éloigne constamment l'esprit des notions synthétiques et concrètes. La forme et la structure des organes sont étudiées en dehors des fonctions dont ils sont le siège. La physiologie externe est séparée de la physiologie interne; ces distinctions, tout à fait arbitraires, déroutent le chercheur. On apprend à connaître la structure de la plante, des tissus qui la composent, des membres qui la forment, sa croissance, sa multiplication, la digestion, l'absorption et la circulation des aliments avant d'aborder l'étude des phénomènes dont dépend l'assimilation de l'aliment par la cellule verte. On ne sait pas encore ce qu'est la cellulose qu'on connaît en détail la structure de la membrane; on ne connaît pas la feuille, mais on a épuisé l'étude des stomates. On est en présence d'un Manuel complet de Chimie biologique sans qu'on sache ce qu'est le tissu où s'opèrent toutes les transformations. C'est se priver à plaisir des moyens de relever l'intérêt de son sujet; il n'est pas possible d'établir les relations de cause à effet. A peine peut-on les indiquer en se mettant en contradiction avec le principe de la division admise.

Chaque chapitre, chaque paragraphe doit être considéré en lui-même, comme un article de dictionnaire très soigneusement rédigé, trop indépendant de ses voisins. C'est pourquoi, malgré toute l'érudition qu'il a apportée à ce travail, M. Belzung ne nous paraît pas avoir atteint le but qu'il se proposait. Il destine son livre aux étudiants des Universités et des grandes écoles et il n'en a pas fait un livre d'enseignement supérieur.

Il ne faut pas perdre de vue la différence profonde qui devra exister entre le lycéen et l'étudiant, aussi

longtemps que l'enseignement secondaire des Sciences naturelles conservera le caractère encyclopédique et scolastique qu'on lui a donné. Les jeunes gens qui quittent les bancs du lycée ont tout appris, mais ils ne savent rien par eux-mêmes; ils n'ont aucune certitude. Poussez-les; ils répondent invariablement: C'est ce qu'on nous a dit: *Magister dixit*. Cette méthode peut-elle être appliquée dans les Universités? — Ce serait le pire des maux. Les maîtres de l'enseignement supérieur doivent considérer les jeunes étudiants comme n'ayant aucune notion personnelle des objets qu'étudient les sciences biologiques.

La critique ne s'adresse pas seulement à l'œuvre de M. Belzung, mais à tous les ouvrages destinés à ceux qui abordent, en France, les études supérieures de sciences biologiques. Elles sont traitées, en général, comme des sciences abstraites ayant la Nature pour objet. L'étude de la Nature est bien le thème développé; mais il semble que la Nature soit hors d'atteinte, qu'on ne puisse la voir. Les auteurs parlent des objets qui les entourent comme ils parleraient des étoiles, comme si eux-mêmes ne les connaissaient pas. Ils citent indifféremment comme exemples les espèces les plus vulgaires et celles qu'on ne voit jamais. Ils figurent avec soin des détails anatomiques qui n'en laissent pas moins dans le monde des abstractions les plantes les plus répandues auxquelles ils sont empruntés.

La plante est le substratum de phénomènes connus dans tous leurs détails, mais le substratum est quelconque, comme le ballon ou le creuset où s'accomplit une réaction chimique.

Si cette méthode n'a pas étouffé les aptitudes natives et latentes pour l'observation, s'il reste encore chez le jeune homme quelque attrait naturel pour la Nature, assez fort pour déterminer le choix d'une carrière, médicale, agricole ou autre, notre devoir est d'éprouver ces aptitudes au plus vite, de les développer si elles sont réelles et de diriger ailleurs les jeunes hommes lorsqu'elles ne sont pas confirmées.

Il s'agit beaucoup moins pour nous de honorer l'esprit et la mémoire de la masse des faits acquis à la Science que de former l'esprit à l'observation personnelle. Que le jeune étudiant soit mis, dès le premier jour, en face de la Nature pour l'interroger lui-même, qu'on lui mette entre les mains les moyens de contrôler les faits sur lesquels le maître s'appuie et d'en faire la preuve, et, s'il est capable de penser, on verra bien vite se développer chez lui la curiosité de l'observation personnelle, l'esprit de contrôle et de critique.

Le devoir de former des intelligences à l'observation personnelle préoccupe tous ceux des maîtres de l'enseignement supérieur qui vivent en contact constant avec leurs élèves. Il n'est pas besoin, pour y réussir, de tout enseigner; il faut et il suffit que, suivant le but qu'il poursuit, l'étudiant puisse se faire une opinion personnelle sur la majorité des faits qu'on lui enseigne. Dans l'enseignement des sciences biologiques, l'enseignement de l'amphithéâtre doit être subordonné; il est la synthèse et le complément de l'enseignement des laboratoires. Le laboratoire, c'est l'observation de la nature endiguée, régularisée, dirigée; mais, il ne faut pas l'oublier, la Nature ne se laisse pas emprisonner et contraindre; bon gré mal gré, il faut y revenir ou mieux commencer par elle et lui demander tout ce qu'elle peut donner directement. On ne peut être naturaliste, si on ne sait pas observer la Nature; aucun des ouvrages destinés à nos jeunes étudiants ne les attire vers elle. Il fallait bien enfin signaler ce défaut. L'œuvre, pleine d'érudition, de M. Belzung, nous en a fourni l'occasion. Si, comme nous l'espérons, il en donne bientôt une nouvelle édition, il en fera, sans peine, une œuvre très utile en mettant entre les mains de ses collègues de l'enseignement secondaire un résumé aussi complet que précis de nos connaissances sur l'anatomie et la physiologie des plantes.

C. FLAHAULT,
Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

De Ribaucourt (Edouard), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris. — Étude sur l'anatomie comparée des Lombricides* (Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure de 120 pages, avec 54 figures dans le texte et 8 planches hors texte. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 3, rue d'Ulm, Paris, 1901.

M. de Ribaucourt est déjà connu par ses travaux antérieurs sur les Vers de terre, et la thèse qu'il soutint, en 1896, devant l'Université de Berne, sur la *Faune des Lombricides de la Suisse*, lui avait marqué une place à part parmi les spécialistes.

Sa thèse de Paris (1900) débute par une étude sur la faune des Lombricides des environs de Paris. Cette faune n'est pas riche en espèces variées. On y trouve seulement vingt-quatre types principaux, dont trois entièrement nouveaux et cinq constatés pour la première fois dans cette région.

Jusqu'à ce jour, les auteurs ont eu tendance à étendre à toute la famille des Lombricides les résultats partiels, spéciaux, auxquels ils étaient arrivés par l'étude d'une seule espèce.

L'étude anatomique et histologique démontre l'inexactitude de cette méthode.

Outre les stries connues de la cuticule, il existe, chez plusieurs espèces, de grandes lignes transparentes, visibles à un faible grossissement et formant cadre aux petites stries, qui ne sont, elles, apparentes qu'à un très fort grossissement. A la partie inférieure de la cuticule adhère une couche très mince de matière amorphe, limitée aux petites stries et dans lesquelles elle se trouve moulée. Il est à remarquer que le groupement des fibrilles musculaires longitudinales varie suivant les espèces. Quant au muscle buccal, il peut, soit ne former qu'une seule masse (*Lumbricus*), soit en constituer plusieurs dans autant de segments (*Allurus*).

Si l'on fait l'étude comparée des dissipiments, de l'œsophage, des fibres longitudinales du jabot, on voit qu'ils peuvent varier considérablement, non seulement suivant les genres, mais encore suivant les espèces.

Il en est de même de l'anatomie comparée des glandes calcifères de Morren. L'auteur, qui en a déjà fait la description dans une Communication à l'Académie des Sciences (19 juin 1899), étudie plus à fond cette question, et appuie de nombreux dessins son étude. Il décrit ensuite l'anatomie du gésier et mentionne la striation des fibrilles qui forment les bandelettes musculaires de cette partie du tube digestif.

Parlant du typhlosolis, il fait remarquer que cet organe peut être constitué par une simple lame ou être compliqué par la présence d'un feuillet multilobé. Entre ces deux dispositions, s'observe une série de types de passage. Quant au plasma sanguin, il se sépare, après fixation, en deux masses distinctes, une jaune et une brune, dans lesquelles sont disséminées des vacuoles non colorables. A mentionner de nombreuses cellules amiboïdes, avec ou sans noyaux.

M. de Ribaucourt a trouvé, dans le vaisseau dorsal, de véritables valvules correspondant à la segmentation externe (*Lumbricus festivus*). Ces valvules ne sont pas visibles chez tous les *Lombricides*.

Nous appellerons tout spécialement l'attention sur le fait suivant, mentionné par l'auteur dans sa thèse, et qui nous paraît présenter un intérêt biologique considérable : Il existe chez certaines espèces, au sortir des pavillons vibratiles, de véritables épидидymes, semblables à celles que l'on observe chez les Hirudinées.

Le travail se termine par une étude sur les chloragènes et les éléments figurés (lymphocytes) du liquide lymphatique (liquide périsécral, plasmatique, d'autres auteurs), qui varient de forme, de structure, non seulement chez des espèces différentes, mais chez une même espèce.

Pour l'auteur, les spermatophores se forment sur l'anneau qui les porte et non pas dans les spermathèques, comme on l'a cru jusqu'à présent.

M. de Ribaucourt met en doute, aussi, le processus de fécondation admis jusqu'à ce jour chez les Lombricides.

Parlant des parasites, il cite le fait curieux d'une mue de la cuticule des *Nématodes* enkystés à la partie caudale et celui d'*Euchytræides* carnivores tuant d'abord les Lombrices pour les absorber ensuite.

On peut voir, par cette rapide analyse, que les Lombricides présentent entre eux de notables différenciations anatomiques.

La thèse de M. de Ribaucourt, très consciencieuse, fait honneur à l'auteur, qui a su mettre en relief des faits nouveaux, particulièrement intéressants au point de vue biologique.

MARIUS PERRIN.

4° Sciences médicales

Dubois (Raphaël, Professeur à l'Université de Lyon et Couvreur (Edmond), *Chef des Travaux pratiques de Physiologie à la Faculté des Sciences de Lyon. — Leçons de Physiologie expérimentale*. 1 vol in-8° de 388 pages, avec 303 gravures. (Prix, cartonné : 14 fr.) Carré et Naud, éditeurs. Paris, 1901.

Comme son titre l'indique, ce livre n'est pas un traité de Physiologie, mais bien une série de leçons faites dans le laboratoire, sous la forme de démonstrations pratiques.

Dans ce travail, les auteurs se sont surtout préoccupés de décrire minutieusement les principes de l'expérimentation physiologique; on sait de quels progrès énormes la Physiologie est redevable à cette méthode d'investigation, et l'on n'ignore pas davantage les idées originales qu'elle peut suggérer à ceux qui l'emploient, tout en développant chez eux l'esprit critique dans une large mesure.

Mais, pour aborder l'expérience sur l'animal vivant, il est un certain nombre de principes qu'il faut connaître parfaitement, et, pour chaque vivisection, il est un manuel opératoire auquel il faut s'astreindre rigoureusement afin de mener à bien les recherches entreprises. Ce sont ces notions indispensables qui, groupées en trente et une leçons, font l'objet du livre de MM. Dubois et Couvreur.

Après avoir décrit les principes de la méthode graphique et des appareils enregistreurs, les auteurs traitent de la contention des animaux en général et de leur insensibilisation. Deux leçons sont consacrées aux généralités sur les opérations, à l'asepsie et à l'antisepsie :

« Alors même que le sujet serait destiné à être sacrifié après l'expérience, disent les auteurs, le vivisecteur doit appliquer aussi rigoureusement que le chirurgien les règles de l'antisepsie et de l'asepsie.

« C'est une mauvaise discipline que d'avoir deux manières d'opérer, car certains détails de la méthode anti-infectieuse seront fatalement négligés quand on voudra l'appliquer exceptionnellement pour conserver des animaux vivisectés. »

Puis, viennent les expériences relatives aux propriétés générales des nerfs, des centres nerveux et des muscles, et celles qui ont trait à la respiration et à la circulation. Les différentes manipulations classiques de Chimie physiologique forment enfin la substance de huit leçons.

Le tout est écrit dans un style à la fois simple et précis et dont l'intelligence est rendue très facile par la présence de nombreuses figures, la plupart schématiques, qui illustrent l'ouvrage.

Les auteurs destinent spécialement leur livre aux étudiants des Facultés des Sciences, préparant le Certificat d'études supérieures de Physiologie générale. Disons, pour conclure, qu'il intéressera un bien plus grand nombre de lecteurs, et que tous, biologistes, médecins, chirurgiens, vétérinaires, trouveront dans ces Leçons de précieuses notions et d'utiles renseignements.

JULES LESAGE,

Chef des Travaux de Physiologie à l'École vétérinaire d'Alfort.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Mai 1901.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. Marès, Correspondant de la Section d'Economie rurale.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Bouquet de la Grye décrit les travaux et les calculs qui ont été faits pour obtenir la parallaxe du Soleil, d'après les observations du passage de Vénus sur le Soleil, enregistrées par les Missions françaises en 1882. Par la méthode des contacts, on obtient la valeur $8''{,}80$ à un centième de seconde d'arc près. — MM. Rambaud et Sy présentent leurs observations de la comète 1901 *a* faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. C. Duprat a observé une comète à la Guadeloupe, le 9 mai, vers sept heures du soir; c'est la comète 1901 *a*. — M. A. de la Baume-Pluvinel a photographié le spectre de la couronne solaire, à Elche, pendant l'éclipse du 28 mai 1900, au moyen de trois spectroscopes différents, l'un à fente, les deux autres à prisme-objectif. Les résultats montrent que le minimum d'activité solaire s'est fait sentir sur les phénomènes de la couronne et de la chromosphère, qui ont présenté fort peu d'intensité pendant l'éclipse.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Ch. Fabry et A. Péroต์ ont déterminé la longueur d'onde de quelques raies du fer par comparaison avec les radiations du cadmium mesurées en valeurs absolues par M. Michelson. — M. Ed. van Aubel a déterminé la densité de l'alliage Al Sb, qui est de 4,2176; cette valeur s'écarte beaucoup de la densité théorique 5,2246. On en déduit qu'il se produit une énorme augmentation de volume dans la formation de cet alliage d'aluminium et d'antimoine. — M. V. Crémieu présente une balance très sensible pouvant servir de galvanomètre, d'électrodynamomètre et d'électromètre absolu (voir la description détaillée dans le compte rendu de la séance du 7 juin de la Société de Physique, p. 389). — M. Jouniaux a étudié la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène et la réaction inverse, en tubes scellés. Ces deux réactions ont une limite distincte au-dessous de 500°, qui devient commune aux deux systèmes au-dessus de 600°. La proportion d'HCl formé ou restant croît avec la température. L'application de la théorie thermodynamique à ces phénomènes conduit à des résultats en accord remarquable avec l'expérience. — M. M. Berthelot pense que, dans les équilibres ci-dessus, on doit attribuer un rôle à l'hydrure d'argent et à la formation d'états allotropiques de l'argent. — M. A. Mailhe a fait réagir l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses de quelques sels métalliques. Avec le chlorure de zinc, il se précipite un oxychlorure $ZnCl^2$, $3ZnO, 3H^2O$; avec le bromure, on obtient un sel double $HgBr^2, ZnO, 8H^2O$; avec l'azotate, il se forme $(AzO^3)^2Hg$, ZnO, H^2O . Avec le cuivre, on obtient les mêmes composés, avec un nombre différent de H^2O . Avec le chlorure de nickel, il se forme $HgCl^2, NiCl^2, 7NiO, 10H^2O$. — MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens ont hydrogéné, par le nickel réduit, un certain nombre de carbures aromatiques. Avec le benzène et ses homologues, on obtient toujours le cyclohexane correspondant; le styrolène donne l'éthylcyclohexane. Les terpènes quadrivalents donnent un hydrocarbure $C^{10}H^{16}$. Le naphthalène et l'acénaphtène fournissent un tétrahydrure.

Séance du 3 Juin 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Raffy détermine les surfaces algébriques qui sont à la fois des surfaces

de Joachimsthal et des surfaces de Weingarten. — M. P. Duhem démontre que les fluides parfaits ne peuvent propager que des ondes exclusivement longitudinales ou exclusivement transversales, et cela sans supposer que les actions sont newtoniennes et sans faire aucune restriction relative à la loi de compressibilité ou à la relation supplémentaire.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Marey a observé par la chronophotographie les changements de direction et de vitesse d'un courant d'air qui rencontre des corps de forme diverse. Le courant d'air renferme des filets de lumière et chemine dans un tube en verre où l'on immerge des corps divers; on photographie ces filets par des éclairs magnésiens. Les filets, qui marchent parallèlement, s'élargissent à l'approche d'un corps, puis s'écartent à droite et à gauche, s'écoulent sur les bords en se resserrant, puis continuent leur chemin sans se mélanger, en laissant derrière le corps un vaste espace où l'air est immobile et où se font les remous. — M. H. S. Hele-Shaw a fait des expériences analogues sur la trajectoire des veines liquides et leurs déformations par des obstacles. Des veines liquides colorées s'écoulent dans un tube contenant des obstacles et sont photographiées. L'auteur a constaté que les courants dérivés des veines liquides ont une forme qui concorde absolument avec celle des lignes de force magnétique de l'obstacle placé dans un champ magnétique. — M. H. Becquerel a reconnu, par une nouvelle méthode, que les rayons non déviables du radium, émis au travers du verre, ainsi que les moins déviés, traversent l'aluminium comme si celui-ci n'existait pas et provoquent à peine des rayons secondaires. Les rayons déviables, partiellement absorbés, traversent l'aluminium sans que la trajectoire soit modifiée; les rayons partiellement absorbés provoquent sur les deux faces de l'écran d'aluminium des rayons secondaires intenses. — M. Albert Turpain a fait des observations de résonance électrique dans l'air raréfié. Les mesures de longueur d'onde ont montré que la demi-longueur d'onde des oscillations qui excitent un résonateur donné est très sensiblement égale à la longueur du résonateur. La perturbation micrométrique observée au cours des mesures faites dans l'air doit donc être rapportée à la présence de l'air. — M. René Paillot a constaté que la force électromotrice d'aimantation du fer doux augmente avec la température, et d'autant plus que le champ est plus intense; la force électromotrice d'aimantation du bismuth diminue quand la température s'élève. — M. J. Semenov a observé que l'ionisation de l'air par les rayons de Rontgen n'est pas la cause unique de la décharge des conducteurs chargés et que le verre se polarise sous l'action des rayons X. Il faudrait attribuer la décharge à ce que les corps chargés d'électricité et soumis à l'action des rayons X deviennent des foyers d'émission électrique. — M. J. Jaubert donne quelques renseignements sur l'orage qui a éclaté sur Paris dans l'après-midi du 29 mai. Dans la rue Linné, on a recueilli 80 millimètres d'eau; c'est le nombre le plus élevé qui ait été authentiquement observé à Paris. — M. G. Cartaud a observé, à la surface des métaux coulés en plaques minces sur une plaque de verre inclinée, un réseau continu de cellules délimitées par des contours polygonaux en creux. L'aspect de ces cellules rappelle à beaucoup d'égards celui des tourbillons cellulaires observés par M. Bénard dans les nappes liquides. — M. L. Guillet a préparé des alliages d'aluminium et de molybdène en réduisant l'acide molybdique par un excès plus ou moins grand d'aluminium. Suivant les proportions employées, on obtient : 1^o des cristaux

lamellaires, de composition Al^3Mo ; 2° des cristaux tiliformes, de formule Al^3Mo ; 3° des cristaux en rognons, de composition Al^3Mo . — M. O. Boudouard a étudié la fusibilité des alliages d'aluminium et de magnésium (voir page 591). — M. M. Berthelot a analysé un certain nombre de fragments métalliques trouvés dans les tombeaux des XI^e, XII^e et XIII^e dynasties en Egypte. Ce sont des alliages d'or et d'argent. — M. M. Berthelot a observé, dans la neutralisation de l'acide phosphorique par la chaux, que la quantité de trois équivalents ne représente pas le terme de saturation. Il paraît se former un phosphate quadribasique, qui a d'ailleurs été observé dans la Nature par Gmelin. Il en est de même pour la soude, qui continue à dégager un peu de chaleur au delà de la proportion $PO^3H^3 + 3NaOH$, et aussi pour la baryte. — M. J. Cavalier indique les conditions précises dans lesquelles il faut se placer pour utiliser les alcalino-terreux au titrage de l'acide phosphorique libre. — M. F. Parmentier a constaté la présence d'alumine dans l'eau de deux sources de Vichy : Puits Chomel, 0,0117 grammes; Grande-Grille, 0,0075 grammes par litre. Cette alumine s'est précipitée par perte d'acide carbonique et par infiltration d'eaux chargées de chaux provenant de bétonnages récents. — M. F. Bodroux a fait réagir le bromure d'isobutylène sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium. Il se forme d'abord le phényl-1-diméthyl-2-éthane phényle, qui, se détruisant partiellement sous l'influence de $AlCl^3$, donne naissance à l'isobutylbenzène que l'on recueille. — M. G. Favrel a constaté que les éthers alcoylmaloniques réagissent sur les chlorures diazoïques pour donner les éthers des acides phénylhydrazone- α -pyruviques. — MM. P. Freundler et L. Bunel ont reconnu que la décomposition des dérivés bisulfittiques des aldéhydes par les azotites alcalins fournit des rendements au moins égaux à ceux que l'on obtient en employant les carbonates. La réaction est analogue à celle d'un azotite sur un pyrosulfite; on a pu caractériser la présence d'acide nitrosulfonique. — M. A. Verneuil a retiré des produits de l'action de l'acide sulfurique sur le charbon de bois, outre l'acide mellique, l'acide benzène-pentacarbonique, dont les cristaux orthorhombiques, séchés à l'air, possèdent la formule $C^6H(CO^2H)^5, 5H^2O$. On obtient encore 2% d'acide pyromellique $C^6H^2(CO^2H)^4, 2H^2O$. — M. P. Bourcet a recherché l'origine de l'iode de l'organisme. Il provient des aliments; la plupart des espèces végétales le contiennent en proportions appréciables, et il existe aussi dans les tissus des animaux.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. H. Becquerel et P. Curie ont constaté que les rayons du radium agissent énergiquement sur la peau, à la façon des rayons X. Un tube de verre contenant du chlorure de baryum radifère, placé dans une petite boîte renfermée dans une poche de gilet pendant quelques heures, a produit sur la peau, au bout d'une dizaine de jours, une inflammation, qui s'est transformée en plaie suppurée n'ayant guéri qu'au bout de cinquante jours. — M. P. Vuillemin a observé à Nancy un cas de trichosporie (*pictra nostras*). Cette affection, caractérisée par le parasitisme d'un champignon sur les poils de la moustache, a cédé rapidement à l'emploi de lavages fréquents avec une solution de sublimé. — M. P. Bonnier cite un certain nombre de faits montrant que, contrairement aux idées de M. Marage, ni les otolithes, ni la conductibilité acoustique n'ont de rapport direct avec l'audition. — M. Ed. Branly a obtenu des phénomènes analogues à ceux de l'électrolyse des tissus animaux en électrolysant des liquides visqueux, soit par la méthode monopolaire, soit par la méthode bipolaire. — M. Louis Léger décrit une nouvelle grégarine, l'*Aggregata calomica*, parasite des Pinnothères des Moules. Les kystes ne se rencontrent que dans la cavité générale de l'hôte; les sporozoïtes se forment directement dans leur intérieur, sans qu'il apparaisse de sporocystes. — M. P. Vignon présente quelques observations sur les cils des Cténozoaires et les insertions

ciliaires en général. — M. Bounhiol a étudié la respiration des Annelides sur le *Spirographis Spallanzanii*. Cet animal possède une respiration mixte, à la fois cutanée et branchiale, la respiration cutanée étant généralement plus active que l'autre. — M. L. Bordas décrit la glande défensive ou odorante des Blattes mâles: elle sécrète un liquide volatil, à odeur forte, nettement alcalin; la sécrétion est continue; elle s'accélère en cas de danger, quand l'animal est poursuivi ou saisi. — M. Col a constaté que l'écorce des Fusains renferme dans sa région libérienne des cellules lactifères spéciales, qui n'ont pas été signalées chez ces plantes, et qui sont remplies d'une substance élastique possédant de nombreux caractères communs avec le caoutchouc et surtout la gutta-percha. — M. Marcel Dubard a observé que les rejets chez les végétaux ligneux tendent à prendre des caractères de plantes herbacées: croissance rapide, entre-nœuds allongés, stipules développées et persistant longtemps, bourgeons dissociés, différenciation moindre des tissus, production peu abondante de liber par rapport au bois. — M. F. Kövessi a reconnu que la forme d'un arbre ainsi que l'emplacement de ses branches florifères sont, en majeure partie, déterminées par des conditions relatives à l'aoutement. Le degré d'aoutement des branches et, par suite, le nombre des fleurs et des fruits de l'année suivante est plus grand quand la quantité d'eau que reçoit la plante est moins considérable. — M. G. Jacquemin a constaté qu'on peut faire évoluer facilement en moût acide à une température supérieure à 25° des levures basses de fermentation. Ces levures ainsi acclimatées font fermenter des moûts de brasserie non réfrigérés et donnent une bière qui possède toutes les qualités des bières fermentées à basse température. — M. A. de Lapparent signale quelques faits curieux de capture de cours d'eau dans la chaîne des Andes, dus à l'érosion régressive, par laquelle des rivières autrefois tributaires de l'Atlantique ont entamé la crête andine, et coulent maintenant vers le Pacifique. — M. Ad. Carnot a examiné des échantillons de tellurures d'or et d'argent rapportés de Kalgoorlie (Australie occidentale). Il a reconnu les espèces minérales suivantes: 1° la *sylvanite*, bitellurure d'or et d'argent (Au, Ag)²Te², à texture cristalline; 2° la *calavérite*, analogue au précédent, mais moins cristalline et contenant moins d'Ag; 3° la *coolgardite*, sesquitéllurure d'or, d'argent et de mercure (Au, Ag, Hg)²Te³; 4° la *kalgoorlite* (Au, Ag, Hg)³Te.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Mai 1901.

M. Hervieux présente un rapport sur un travail du Dr Moreau relatif à une épidémie de *horse-pox* observée à Lusignan. Cette épidémie a frappé 170 juments au haras et a contagionné 22 personnes qui les soignaient; il n'y a pas eu de mortalité. — M. J. Chatin présente un rapport sur un mémoire de M. E. Bureau relatif aux Strychnos africains et aux plantes servant à empoisonner les armes en Afrique. Les Strychnos, employés en Amérique et dans l'Archipel indien, ne sont pas utilisés par les indigènes africains. Ceux-ci emploient, pour empoisonner leurs armes, le suc de certaines Apocynées (*Carissa*, *Strophantus*) et d'une Euphorbiacée, le *Croton lobatus*. M. J.-V. Laborde insiste sur l'importance de l'étude des plantes exotiques pouvant fournir des poisons ou des médicaments et signale d'autres recherches faites sur ces sujets. — M. A. Robin fait un rapport sur un mémoire de M. Gaube intitulé: La reminéralisation appliquée au traitement des rhumatisants chroniques. — M. E. Besnier présente le rapport de la Commission nommée, sur la demande du Ministre de l'Intérieur, pour examiner le projet de création d'un sanatorium privé pour lépreux dans la commune de Rouceux près de Neufchâteau (Vosges),

projet qui a soulevé de vives protestations dans cette localité. La Commission estime que, placé dans une région où il y a encore des lépreux, un sanatorium privé pour lépreux peut avoir une réelle utilité. Convenablement situé et isolé, solidement régleménté dans sa constitution par l'autorité sanitaire et soumis par elle à une surveillance intérieure et extérieure permanente et effective, un tel sanatorium paraît, dans l'état actuel, ne devoir être l'origine d'aucun inconvénient pour la santé publique.

Séance du 28 Mai 1901.

L'Académie procède à l'élection de trois Correspondants étrangers dans la Division de Chirurgie. MM. Aug. Reverdin (de Genève), Ceccherelli (de Parme) et Neugebauer (de Varsovie) sont élus.

M. H. Huchard indique un nouveau symptôme des anévrismes de l'aorte, surtout de l'aorte thoracique descendante et de l'aorte abdominale; ce sont des douleurs névralgiques, rebelles aux médications habituelles, qui augmentent d'intensité dans certaines positions du corps. En présence de ces accidents douloureux, on doit se douter de la probabilité d'un anévrisme, et chercher à vérifier le diagnostic par la radioscopie. — M. Barette lit une observation de déciduome malin.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Mai 1901.

M. H. Coupin a constaté que les composés du nickel et du cobalt ont une toxicité très voisine, en même temps que très élevée, pour les végétaux supérieurs. — M. Tuffier a fait un essai d'injection épидurale de cocaïne par voie sacrée, suivant la technique de M. Cathelin. Le résultat analgésique a été absolument nul. — M. P.-A. Zachariadès a étudié les crêtes et les cannelures des cellules conjonctives. Les cannelures sont le résultat d'une perte de substance; les crêtes sont les parties de protoplasma qui se trouvent entre les cannelures, et qui ont conservé leur épaisseur primitive. — M. F. Charlier a constaté, dans le rein du cheval, la présence d'un ferment très actif, du genre émulsine, capable de dédoubler en peu de temps de grandes quantités de phlorizine. — MM. Lagriffe et Maurel : Réponse à M. Lefèvre au sujet de la détermination des plus basses températures compatibles avec la vie. — MM. Wertheimer et Laguesse décrivent de nouvelles expériences montrant l'indépendance du grain de zymogène et du ferment diastase dans le pancréas. — M. F. Cathelin a essayé de produire l'anesthésie générale chez le chien par injection de chloral dans l'espace épидural par la voie sacrée. Le chien s'est endormi profondément, mais le lendemain il a été retrouvé mort sans qu'on puisse en dire la cause; les essais sont continués. — M. C. França présente de nouvelles recherches sur l'action du sérum leucotoxique sur les lésions du névraxe dans la rage. Il semble que la mort de l'animal rabique est due à un excès de défense de l'organisme, et que l'emploi judicieux du sérum leucotoxique peut apporter quelque bénéfice à l'animal. — MM. N. Vaschide et L. Marchand communiquent des recherches qui montrent, une fois de plus, la prédominance de la perception et de la synthèse mentale dans la genèse des émotions. — M. D. Olmer a étudié le pigment des cellules nerveuses. Il distingue d'une part une fine poussière jaunâtre qui encombre un grand nombre de cellules, et qui est un pigment de dégénérescence, d'autre part un pigment jaune verdâtre dont la signification est à trouver. — M. Ch. Dopter a produit des névrites expérimentales par injections de sérum toxiques au niveau du sciatique du cobaye; l'acétone produit aussi des lésions de dégénérescence wallérienne très caractérisées. — M. H. Coupin a étudié la toxicité de divers métaux pour les végétaux supérieurs, et a reconnu qu'ils se placent dans l'ordre décroissant suivant: Ag, Hg, Au, Pl, Pd.

Séance du 18 Mai 1901.

M. J. Choquet montre qu'on peut stériliser parfaitement les dents cariées en joignant au nettoyage mécanique le lavage à l'alcool et un pansement à l'alcool absolu et à l'hydronaphtol. — M. E. de Cyon recommande l'ingénieux appareil de M. Camus pour maintenir la circulation artificielle dans un cœur isolé, mais préfère l'emploi d'un manomètre à l'enregistrement par un tambour à levier. — M. H. Moreigne confirme, par ses recherches, que le taux de l'urée et le taux de l'azote total urinaire restent constants chez les adultes normaux soumis à un régime alimentaire invariable. — M. H. Moreigne a constaté que, dans la cure de raisins, l'action du jus de raisins sur l'organisme produit: une action évacuante sur l'intestin, une action diurétique, une diminution du degré d'acidité urinaire et de l'acide urique, une action d'épargne des matières azotées, une hypersécrétion biliaire et une diminution des oxydations. — M. R. Lœwy a employé les greffes péritonéales dans la réparation des plaies des organes abdominaux. — M. J. Baylac a déterminé la composition des liquides d'œdème; elle est en moyenne la suivante: densité, 1,007; NaCl, 6 gr. 51; albumine, 3 gr. 56; urée, 2 gr. 219; P²O⁵, 0 gr. 40. Les propriétés toxiques, le point cryoscopique et la tension superficielle sont à peu près constants. — M. G. Weiss démontre, par des expériences sur le crapaud, la grenouille, la tortue, la généralité de la loi d'excitation des nerfs qu'il a donnée. — MM. M. Caullery et F. Mesnil décrivent le cycle évolutif des Orthonectides. Il comprend deux termes distincts: les plasmodes, les formes ciliées sexuelles; il y a alternance de générations. — M. Et. Rabaud a observé un cas d'adhérence amiotique chez un embryon de poulet cyclocephalien parvenu à la fin du quatrième jour de l'incubation. — M. Lainel-Lavastine indique un procédé de numération, après centrifugation, des éléments cellulaires du liquide céphalorachidien.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Juin 1901.

M. V. Crémieu présente un galvanomètre électrodynamomètre absolu. Cet appareil repose sur le même principe que celui décrit par M. Lippmann dans la séance du 17 mai (voir page 551); c'est une modification de la balance électromagnétique de A. C. Becquerel¹. Entre les deux branches CC d'une

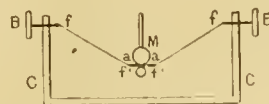


Fig. 1. — Schéma du galvanomètre-électrodynamomètre absolu de M. Crémieu, vu de profil. — CC, chappe de laiton; B, tiges portant le fil de cocon *ffff*; *aa*, plaquette d'aluminium; M, miroir.

chappe de laiton (fig. 1), on a fixé, sur deux tiges *Bf*, un fil de cocon *ffff* qui supporte une plaquette d'aluminium *aa*. Sur cette plaquette se trouve un tube d'aluminium TYT (fig. 2), portant un écrou mobile E, et fixé perpendiculairement au plan des brins du fil de cocon. Ce dispositif constitue un fléau de balance sans couteau; il est d'une très grande légèreté (0,8 grammes). L'écrou E permet d'en régler la sensibilité et le miroir M d'en suivre les déplacements sur une échelle verticale. Aux extrémités TT on a suspendu verticalement, par des fils de cocon, deux aimants cylindriques NS, de

¹ Voyez la description de cet appareil dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXIII, p. 338, 1850.

6 millimètres de longueur et 2 millimètres de diamètre; ils peuvent se déplacer dans l'axe des bobines BB, de 6 millimètres de longueur, et dont le noyau, en cuivre rouge, présente une ouverture cylindrique de 4 millimètres de diamètre. Ces bobines portent chacune 30.000 tours de fil, présentant une résistance de 5.000 ohms par bobine. On règle l'appareil de façon que le pôle inférieur des aimants soit un peu au-dessus du centre des bobines. L'appareil est susceptible d'une sensibilité considérable. Pour une période d'oscillation de 8 secondes, il donne à 1 mètre de distance une déviation de 12 mm. pour un courant de 10^{-9} ampères, circulant dans les bobines, ce qui correspond à une sensibilité de $3,7 \times 10^8$ (Kollbrausch). L'appareil, par suite de ses dispositions, est à la fois très amorti et parfaitement astatique. Si l'on remplace les aimants NS par des bobines de mêmes dimensions, auxquelles le fil de suspension peut facilement amener le courant, on a, sans autre changement, un électrodynamomètre sensible. Enfin, en remplaçant l'un des aimants par un plateau circulaire placé dans un anneau de garde au-dessus d'un plateau fixe, et disposant l'autre aimant en NS' de façon que l'action électromagnétique soit répulsive, on réalise les conditions de l'électromètre

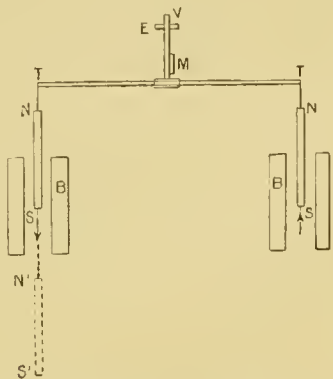


Fig. 2. — Schéma de l'appareil de la figure 1 vu de face. — T, T, tube d'aluminium; E, écrou mobile; M, miroir; B, B, électro-aimants; NS, NS', aimants.

absolu de lord Kelvin. On étalonne l'appareil à l'aide de poids marqués placés sur le plateau, qu'on équilibre avec des courants d'intensité connue envoyés dans la bobine. — M. H. Pellat présente une expérience dont le résultat paraît paradoxal au premier abord, mais qui s'explique très facilement par les oscillations électriques. Deux condensateurs de capacité très inégale (une batterie de six grandes jarres et une petite bouteille de Leyde, par exemple), ont leurs armatures respectivement en communication par un inverseur qui permet d'alterner les communications. Celui-ci est monté sur colonnes d'ébonite de façon à pouvoir opérer avec des potentiels élevés. Toutes les armatures des condensateurs, ou trois d'entre elles, au moins, sont isolées. Deux tiges de décharges sont placées près du petit condensateur et permettent à l'étincelle d'éclater quand la différence de potentiel des armatures devient suffisante. Si l'on vient à charger les condensateurs de façon à leur donner la moitié seulement de la charge nécessaire à la production de l'étincelle, ou même un peu moins, et qu'on vienne ensuite à intervertir les communications des armatures en faisant jouer l'inverseur, l'étincelle éclate entre les tiges de décharges. Or, on peut remarquer que, si l'étincelle n'éclatait pas, après l'inversion et l'état d'équilibre atteint, la différence du potentiel des armatures aurait diminué, puisque l'inversion fait communiquer l'armature positive de l'un des condensateurs avec l'armature négative de l'autre et *vice versa*. Malgré cela, la différence de potentiel des armatures du

petit condensateur a plus que doublé à un certain moment, par suite des oscillations électriques, puisque l'étincelle éclate. La théorie classique des oscillations électriques rend compte parfaitement de toutes les particularités du phénomène. Les calculs sont plus compliqués que dans la décharge d'un condensateur, mais n'offrent pas de difficultés. On trouve ainsi pour la différence de potentiel maximum V_m pendant l'oscillation, en appelant V_0 la différence du potentiel avant l'inversion et C et c les capacités du grand et du petit condensateur, la relation très simple :

$$1 \quad V_m = V_0 \frac{3C - c}{C + c}.$$

Sur les deux fils parallèles qui réunissent les armatures, il y a un nœud, c'est-à-dire qu'entre deux points particuliers se faisant face la différence de potentiel reste constante pendant l'oscillation, ses variations étant de sens inverse au même moment de part et d'autre du nœud. On a pour la position de celui-ci :

$$2 \quad \frac{L'}{L} = \frac{C}{C + c}.$$

Le rapport des coefficients de self-induction L' et L étant sensiblement le même que celui des distances au petit condensateur, on voit que, si les capacités sont égales, le nœud est au milieu, mais qu'il est plus près du grand condensateur si les capacités sont inégales. La relation (1) montre que la différence de potentiel maximum entre les armatures du petit condensateur tend vers trois fois la différence de potentiel initiale, quand le rapport des deux capacités tend vers zéro. M. Pellat a vérifié expérimentalement l'exactitude de la relation (1). Les différences de potentiel mesurées par un électromètre de MM. Bichat et Blondlot; on déterminait la différence de potentiel nécessaire pour avoir la décharge sans inversion, puis la plus petite des différences qui amenaient l'explosion après inversion. Les tiges de décharges étaient placées aussi près que possible des armatures du petit condensateur, de façon à avoir sensiblement l'explosion correspondant à la différence de potentiel de celui-ci. Il a trouvé

ainsi pour le rapport $\frac{V_m}{V_0}$ le nombre 2,4 comme moyenne des expériences, tandis que la relation (1) donnait, d'après la connaissance des capacités, le nombre 2,8. La concordance paraît très satisfaisante, si l'on songe aux irrégularités des expériences où l'on mesure une différence de potentiel explosive. La connaissance de ce phénomène n'est pas sans intérêt pratique, car on voit que l'inversion des communications peut amener la rupture de l'isolant du petit condensateur, ou produire des différences de potentiel dangereuses. En outre, cette expérience, facile à répéter dans un Cours, est très propre à montrer la profonde différence qui existe entre les effets de l'électricité au repos et ceux de l'électricité en mouvement. — M. Daniel Berthelot présente quelques réflexions sur une propriété des gaz monoatomiques. Clausius a conclu de considérations cinétiques que le rapport des chaleurs spécifiques d'un gaz parfait est égal à 1,67. Cette conclusion ne parut pas d'abord conforme à l'expérience; mais on a expliqué le désaccord en remarquant que la théorie de Clausius assimilait les molécules à des points matériels et négligeait l'énergie correspondant aux mouvements des atomes dans la molécule, ce qui n'est permis que pour les gaz à molécules monoatomiques. Et, en effet, pour la vapeur de mercure, qui est dans ce cas, d'après les chimistes, l'expérience donne exactement le rapport de Clausius. MM. Rayleigh et Ramsay, ayant retrouvé ce même rapport pour l'argon, en ont conclu qu'il est monoatomique. D'autre part, en s'appuyant également sur des hypothèses cinétiques, M. Van der Waals a établi pour l'ensemble de l'état fluide l'équation $(p + a : v^2)(v - b) = RT$. Cette formule, tout en représentant bien les faits au point de vue qualitatif,

n'offre avec eux qu'un accord quantitatif imparfait. Ainsi l'équation indique que l'expression $RT_c : p_c v_c$, qui représente le rapport du volume théorique du fluide à son volume réel au point critique, est égale à 2,67. Voici les valeurs trouvées pour quelques corps :

Octane	Heptane	Ether	Pentane	Benzène
3,86	3,85	3,81	3,76	3,75
CH^4	CO^2	Az^2	O^2	
3,67	3,61	3,53	3,49	

On voit que ce rapport décroît en général avec le nombre des atomes de la molécule. Il était donc particulièrement intéressant de chercher la valeur qu'il a pour les gaz monoatomiques. Il n'en est qu'un dont les constantes sont assez bien déterminées pour essayer la vérification, c'est l'argon. D'après les dernières mesures de MM. Ramsay et Travers, $p_c = 52$ atm. 8, T. = $155^{\circ},6$ abs. et la densité liquide $d = 1,212$ à 87° obs. En appliquant la formule de M. Mathias, on en tire : $d_c = 0,434$; on trouve alors : $(RT_c : p_c v_c) = 2,62$, valeur qui s'écarte beaucoup de celle de tous les gaz polyatomiques, mais qui est très voisine de celle qu'indique la formule de Van der Waals. Il semble donc que cette formule figure exactement la compressibilité isotherme d'un gaz monoatomique, et que, conformément au point de vue auquel M. Van der Waals a été amené par d'autres considérations et qu'il a développé tout récemment dans un Mémoire important, les modifications à y introduire dans le cas des gaz polyatomiques doivent être cherchées dans l'influence du nombre et des mouvements des atomes de la molécule sur la grandeur du covolume b . A la suite d'une remarque de M. Wyruboff, M. D. Berthelot observe qu'il existe un grand nombre de propriétés physiques et chimiques pour lesquelles l'écart entre le premier et le second terme d'une série de composés homologues surpasse de beaucoup les écarts qu'on rencontre entre les termes suivants. Le point essentiel à noter dans l'exemple actuel est la concordance entre le calcul et l'observation pour le premier terme de la série. M. Cornu fait remarquer l'allure asymptotique des nombres inscrits par M. Berthelot, et s'appliquant à des molécules de plus en plus complexes.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 Mai 1901.

MM. Ch. Moureu et H. Desmots, en faisant réagir le trioxyméthylène $(CH^2O)^3$ sur les carbures acétyléniques sodés en suspension dans l'éther anhydre, et traitant par l'eau le produit de la réaction, ont obtenu des alcools primaires acétyléniques $R-C\equiv C-CH^2OH$, avec des rendements de 30 %. L'alcool amylopropiolique $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CH^2OH$ distille à 98° sous 13 mm., et son éther acétique à 114° sous 16 mm.; l'alcool phénylpropiolique $C^6H^5-C\equiv C-CH^2OH$ distille à 139° sous 16 mm. et son éther acétique à 146° sous 16 mm. Dans la réaction productrice d'alcool amylopropiolique, il se forme en même temps un composé qui distille à 178° sous 16 mm. et qui paraît être l'alcool di-amylopropiolique $C^6H^{10}O$, résultant de l'élimination d'une molécule d'eau entre deux molécules d'alcool amylopropiolique. Les auteurs ont commencé l'étude de l'action des autres aldéhydes sur les carbures acétyléniques sodés. Le produit de condensation de l'aldéhyde benzoïque avec l'ananthylidène distille à $180-182^{\circ}$ sous 21 mm. — M. Paul Sabatier, dans les recherches qu'il poursuit depuis longtemps avec M. Senderens, a trouvé que le nickel récemment réduit permet de réaliser très facilement à température basse la fixation de l'hydrogène sur diverses substances, et particulièrement sur les carbures incomplets. On obtient ainsi très commodément, à partir du benzène et de ses homologues, la synthèse directe du cyclohexane pur et de ses divers homologues. Le cinamène fournit dans ces conditions l'éthylcyclohexane :

en présence du cuivre, il donne seulement l'éthylbenzène pur. La distinction entre les terpenes tétravalents et divalents est absolument justifiée par l'hydrogénation : le limonène, le sylvestrène, le terpénène fixent H^2 en donnant le même produit que le cymène. Le pinène, le camphène ne fixent que H^2 , en formant des carbures $C^{10}H^{16}$ oxydables, mais mâtiqués à froid par le mélange sulfonitrique. Le naphthalène et l'acénaphthène ne fixent que H^2 . — M. Ad. Jouve signale un échantillon de chaux cristallisée qu'il a obtenu dans un four électrique. Cette chaux diffère des échantillons cristallisés décrits par MM. Meunier et Levallois, puis par M. Moissan, par sa densité plus faible (2,5 au lieu de 3,29 et 3,32 et par sa forme en aiguilles prismatiques au lieu de cubes. — M. Brenans a envoyé une note sur quelques dérivés sodés des phénols. — M. Boudouard expose les résultats qu'il a obtenus en étudiant la fusibilité des alliages d'aluminium et de magnésium. La mesure des températures s'effectuait au moyen du couple thermo-électrique de M. Le Chatelier, placé dans un petit tube de verre pour le protéger contre l'action destructrice des métaux fondus. Si l'on construit une courbe en portant en abscisses les proportions en poids d'aluminium et en ordonnées les températures, on remarque que la courbe présente deux maxima 455° et 462° , lesquels mettent en évidence l'existence de deux combinaisons définies d'aluminium et de magnésium : $AlMg^2$ et $AlMg$.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 10 Mai 1901.

M. Chree étudie l'application des solides élastiques à la métrologie. La conception ordinaire d'un solide est celle d'un corps dont la forme et le volume sont variables seulement avec la température. Les variations élastiques des dimensions sont nécessairement faibles dans beaucoup de corps de petit volume, et sont souvent négligeables, même dans des travaux exacts. Le but du mémoire de l'auteur est de donner quelques exemples de l'influence de l'élasticité sur les mesures physiques. La plupart des résultats se déduisent d'un mémoire précédent, dans lequel M. Chree a obtenu des expressions pour les tensions moyennes et pour la variation du volume total d'un solide élastique homogène quelconque soumis à un système donné de forces dans sa masse et à sa surface. La formule est d'abord appliquée au cas d'un cylindre circulaire droit; on voit qu'on peut éliminer l'action de la gravité en prenant pour longueur et volume la moyenne des résultats obtenus quand le cylindre est suspendu par un fil et quand il repose par sa base sur une surface plane. L'auteur considère ensuite l'effet de la pression d'un milieu ambiant de densité constante sur la forme et le volume d'un solide isotrope, et il étend la théorie au cas d'un solide élastotrope dans un milieu de densité variable. Si un kilogramme-étalon de platine-iridium est suspendu au lieu d'être supporté par sa base, l'altération du volume doit être de 66×10^{-8} cc., et s'il est transporté de l'air à la pression atmosphérique dans le vide, l'altération doit être de 24×10^{-8} cc. M. Chree étudie alors le changement de volume de la matière des parois d'un vase contenant un liquide, et il montre que la variation est indépendante de l'épaisseur des parois, la dilatation moyenne par unité de volume étant inversement proportionnelle au volume total. Théoriquement, un vase dont la surface intérieure est un cône, formé d'un solide quelconque, le vertex vers le bas, possède la propriété que le volume du corps de ses parois n'est pas affecté par la pression du liquide qu'il contient, quel qu'il soit. En général, on ne peut pas déterminer l'effet de la pression du liquide sur la capacité interne du vase qui le contient; mais, si les parois sont des cylindres circulaires droits coaxiaux, dont l'axe commun est vertical, la solution devient possible. L'augmentation de volume par unité de volume à l'intérieur d'un tube à parois minces est en

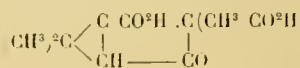
raison directe de la densité du liquide, de la hauteur du niveau et du rayon du tube et en raison inverse de l'épaisseur des parois. Ainsi, un tube de verre de 12,7 centimètres de hauteur, de 10 millimètres de diamètre interne et de 1,5 millimètre d'épaisseur, contient 0,11 gramme de mercure de plus que s'il était non-élastique. La solution est encore possible dans le cas d'une enveloppe sphérique et l'auteur étudie également ce cas. M. Chree considère ensuite l'application de la théorie de l'élasticité aux étalons de longueur, et il s'occupe particulièrement des cinq cas suivants : le yard étalon, le prototype international du mètre à section \times , un étalon de travail appartenant au Bureau international, et deux barreaux de déviation employés dans des magnétomètres. Les formes de ces règles sont établies en partie en vue de faciliter l'égalisation de la température le long de la barre. Les étalons les plus modernes ne sont pas supportés sur toute leur surface inférieure, mais sur deux rouleaux symétriques ou sur trois pointes. Une solution exacte du problème élastique constitué par un barreau lourd supporté par des pointes ou des cylindres, n'a pas encore été obtenue; mais la solution de Bernoulli-Euler est très suffisante, excepté près des supports. Lorsqu'on emploie des étalons de longueur, c'est seulement la projection horizontale de la surface graduée qui est intéressante, et il est prouvé qu'à moins d'opérer sur de très longues règles, la différence entre la corde et l'arc est très petite. La différence augmente lorsque les supports sont déplacés de leurs positions les plus favorables jusque vers les extrémités du barreau. Le yard étalon, à ce point de vue, n'est pas comparable aux étalons plus modernes. L'auteur traite ensuite les courbures et les longueurs des barreaux, chargés ou non, et montre que, par une disposition appropriée des supports, les variations de longueur entre deux points dues à la flexion peuvent être rendues assez faibles pour devenir négligeables pratiquement. Dans le prototype du mètre à section \times , les divisions se trouvent sur la surface neutre, et leur distance n'est pas affectée par la tension du barreau. Dans le cas des barreaux de déviation du magnétomètre, il est bon de rapprocher autant que possible l'aimant du barreau. L'augmentation du poids de l'aimant ou de l'équipage, ou la diminution de la distance entre les deux points de support par réduction du cercle gradué produisent des erreurs dues à la flexion. A la suite de diverses observations, M. Chree répond que des expériences ont été faites sur la flexion des barreaux et que les résultats concordent bien avec ceux de la théorie. La formule de correction de pression obtenue pour le thermomètre est analogue à celle couramment employée. — MM. J. Rose-Innes et S. Young communiquent leurs recherches sur les propriétés thermiques de l'isopentane comparées à celles du pentane normal. La quantité $R T - p v$ à un volume et une température quelconques est appelée *écart de la loi de Boyle* à ce point; les auteurs trouvent qu'il y a un rapport constant entre les écarts à la loi de Boyle de l'isopentane et du pentane normal aux mêmes volumes et températures. Pour vérifier la loi, on détermine la valeur probable du rapport, et au moyen de ce dernier on calcule un grand nombre de valeurs de $p v$ pour l'isopentane, d'après les résultats obtenus pour le pentane normal. Ces valeurs calculées tombent sur la même courbe que les valeurs observées, et concordent avec elles à 1% près. Les auteurs sont confirmés dans leurs conclusions précédentes que la différence de pression entre deux substances isomères aux mêmes température et volume renferme la même puissance de la densité que la première déviation à la loi de Boyle, c'est-à-dire la deuxième puissance.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

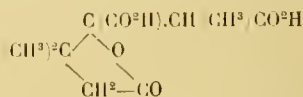
Séance du 2 Mai 1904.

MM. W. H. Perkin et J. F. Thorpe ont étudié quelques dérivés du bicyclopentane. Par digestion avec la

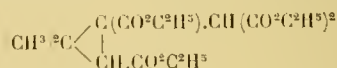
potasse de l'acide triméthylcétobicyclopentanedicarboxylique :



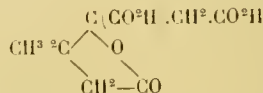
on obtient un acide fondant à 237°, dont l'anhydride se transforme par distillation dans l'anhydride d'un acide isomérique, fondant à 181°. Ces deux acides sont des lactones de l'acide triméthylhydroxybutanetricarboxylique :



L'anneau du bicyclopentane s'étant complètement rompu pendant leur formation. Une rupture analogue a lieu dans l'hydrolyse du diméthyl-dicarboxy-triméthyl-nemalonate d'éthyle :



qui donne deux acides isomères fondant à 187° et 158°, et qui sont les lactones de l'acide diméthylhydroxybutanetricarboxylique :



Ces acides, chauffés, perdent CO^2 et sont convertis dans les lactones correspondants de l'acide diméthylhydroxybutanedicarboxylique. Au cours de leurs recherches les auteurs ont encore préparé des dérivés de l'ac. β -diméthylglutarique. — MM. T. E. Thorpe et C. Simmonds ont étudié l'emploi du plomb dans les couvertes des poteries. L'emploi d'oxydes et de carbonates basiques de plomb, tel qu'il est encore pratiqué souvent en Angleterre, offre un grand danger pour les ouvriers à cause de la solubilité de ces composés dans les acides de l'organisme. Sur le continent, ils ont été généralement remplacés par des silicates ou des borosilicates de plomb ou des silicates complexes de plomb et d'autres métaux, dont le plomb est presque insoluble. Toutefois, en examinant certains silicates proposés pour l'emploi en poterie, les auteurs ont constaté que la majeure partie du plomb était soluble dans HCl ou le suc gastrique, tandis que d'autres spécimens étaient très résistants. A quoi tient cette différence de solubilité? Les auteurs ont constaté qu'elle dépend de l'existence d'un certain rapport entre les bases et les acides. Si le rapport du nombre de molécules acides au nombre de molécules basiques tombe entre certaines limites, tout le plomb est pratiquement insoluble, quelle que soit sa proportion dans le silicate (jusqu'à 50 ou 55 %). En réponse à diverses remarques, M. C. Simmonds annonce qu'on employait toujours dans les expériences un excès d'acide, afin d'éviter la formation d'oxychlorure insoluble, et de pouvoir neutraliser les bases qui accompagnent le plomb. Les spécimens ont été expérimentés à l'état de division dans lequel on les emploie; quelques-uns seulement ont été pulvérisés. L'emploi d'autres solvants donne des résultats analogues à ceux obtenus avec HCl . — MM. M. O. Forster et W. Robertson ont préparé le 2 : 6-dibromo-4-nitrosophénol par l'action de l'hypobromite de potassium sur le *p*-nitrosophénol dissous dans la potasse. — M. W. P. Wynne a préparé les dérivés chlorés du toluène par la méthode de Seelig.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Métallurgie

De l'utilisation des gaz de hauts-fourneaux. — En octobre 1899, M. Lencauchez a été chargé par les Acieries de Micheville d'étudier et d'ériger une installation d'épuration de gaz de haut-fourneau, pouvant alimenter un ou deux moteurs Otto de 300 chevaux.

Cette installation, qui a été construite dans la première moitié de l'année 1900, consiste : 1° en un condenseur atmosphérique composé d'une série de tuyaux verticaux (jeux d'orgue) dans lesquels le gaz passe en se refroidissant et peut se débarrasser de ses grosses poussières; 2° de ce condenseur, le gaz est aspiré et refoulé par un ventilateur-exhausteur, marchant à grande vitesse, pour donner au gaz la pression nécessaire pour passer à travers des épurateurs et contre-balancer la pression d'un gazomètre régulateur. Deux appareils semblables ont été prévus, l'un de rechange; ils sont munis de portes de nettoyage; 3° le gaz, refoulé par l'exhausteur, passe à travers des épurateurs agissant comme filtres, et 4° il est finalement réglé par un petit gazomètre. Des scrubbers ou laveurs avaient été prévus; mais, en raison des assertions de Seraing à cette époque (fin 1899), qu'aucune épuration n'était nécessaire, on en différa la construction.

Les premiers essais furent faits à Micheville en octobre 1900, et il fut reconnu que, malgré la grande résistance des filtres épurateurs, une trop grande quantité de poussière arrivait aux cylindres du moteur, jusqu'à en arrêter la marche. M. Lencauchez avait appris à cette époque qu'à Duddelange, pour pouvoir maintenir le ventilateur servant d'extracteur en état de fonctionner et pour s'opposer à son encombrement par les poussières, on y introduisait de l'eau de temps en temps sans autrement y attacher d'importance. Cet encombrement ne se faisait guère sentir à Micheville, le ventilateur ayant été établi en conséquence.

Il vint à l'esprit de M. Lencauchez que le ventilateur-exhausteur avec une grande quantité d'eau pourrait constituer un bon épurateur, et il pensa qu'il était utile d'introduire de chaque côté des ventilateurs et au centre un fort jet d'eau et que cette introduction serait un bon moyen d'épuration.

En février dernier, les essais furent faits, et on constata que le ventilateur-épurateur pouvait être considéré comme le meilleur épurateur. Le moteur de 300 chevaux marche tous les jours depuis fin février, et il semble qu'un nettoyage du moteur ne sera nécessaire qu'après une très longue période de marche continue.

Des résultats semblables ont été obtenus à Differdange; mais il faut noter qu'au début, dans cet établissement, aucune épuration n'avait été prévue et, en conséquence, qu'il n'existait pas de gazomètre ni de ventilateur-extracteur. Les moteurs aspiraient le gaz dans des réservoirs à régulateur hydraulique.

On peut donc dire que la question de l'épuration des gaz de hauts-fourneaux est aujourd'hui résolue. Nous constatons avec plaisir que c'est la France qui a eu la priorité de cette solution.

§ 2. — Chimie industrielle

La stérilisation et le transport des moûts. — La rapidité avec laquelle le moût de raisin entre en fermentation est certainement un obstacle quand on veut apporter certains perfectionnements aux procédés classiques de vinification, et on pourrait espérer réaliser d'importants progrès si la conservation et le transport du moût étaient choses possibles et pratiques.

Nous verrons plus loin quels seraient ces progrès. Disons d'abord comment le problème de la conservation et du transport du moût vient d'être résolu par M. Kuhn.

Stérilisation du moût. — La stérilisation s'opère dans l'appareil Kuhn, dit « Girator ». C'est un grand cylindre horizontal, à l'intérieur duquel est disposé un faisceau tubulaire. Le cylindre est argenté intérieurement et le faisceau tubulaire extérieurement; de cette façon, le moût introduit dans le cylindre ne se trouve en contact qu'avec de l'argent; la capacité intérieure varie entre 15 et 23 hectolitres dans les appareils qui fonctionnent actuellement.

Le moût, aussitôt après son extraction, est introduit dans l'appareil, que l'on remplit complètement. On soumet d'abord le liquide à l'action du vide pour extraire l'air en solution dans le moût et éviter que celui-ci ne prenne, pendant la chauffe, le goût de cuil. Le cylindre

étant fermé et complètement rempli de moût privé d'air, on fait arriver de l'eau chaude dans le faisceau tubulaire. Cette eau chaude, produite par un générateur, étant maintenue sous pression, peut être portée jusqu'à 110°, température qu'il est nécessaire d'atteindre pour opérer la stérilisation complète. Sous l'influence de la chaleur, le moût contenu dans le cylindre se dilate et produit une certaine pression. On maintient celle-ci à 3 kilogs par centimètre carré en laissant échapper une petite quantité de moût.

Le moût est chauffé à 110°, sous cette pression de 3 kilogs, pendant 15 minutes. Pendant ce temps, le Girator est animé d'un mouvement de rotation qui assure l'égalisation de la température dans toutes les parties de l'appareil.

Quand la stérilisation est terminée, on fait arriver de l'eau froide dans le faisceau tubulaire pour ramener le moût à la température ordinaire.

Transvasement aseptique du moût. — Il s'agit maintenant de transvaser ce moût stérile dans

robinet *d*, la vapeur est envoyée dans la rampe supérieure et dans les fûts. Enfin, par le robinet *e*, la vapeur est distribuée dans la rampe inférieure et dans le tuyau flexible reliant l'appareil stérilisateur à la rampe. La purge de vapeur se fait par des robinets placés à l'extrémité des rampes inférieure et supérieure. Des manomètres, fixés sur chacune de ces rampes, indiquent la pression de la vapeur pendant la stérilisation.

Lorsqu'on juge que la stérilisation est complète, on ferme graduellement l'arrivée de la vapeur, et on ouvre progressivement les robinets d'arrivée de l'air filtré, *a* et *b*. Les robinets de purge et de vapeur étant fermés, l'appareil, après refroidissement, se trouve rempli d'air filtré et stérile.

Pour transvaser le moût stérile dans les fûts stériles,

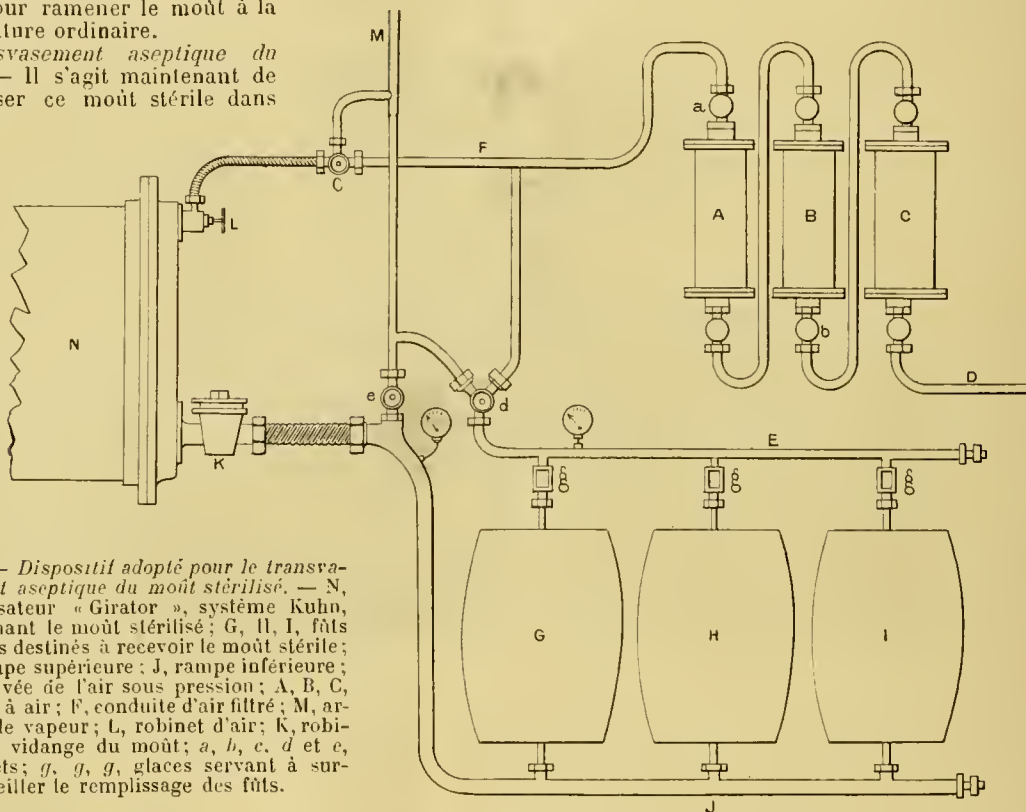


Fig. 1. — Dispositif adopté pour le transvasement aseptique du moût stérilisé. — N, stérilisateur « Girator », système Kuhn, contenant le moût stérilisé; G, H, I, fûts de bois destinés à recevoir le moût stérile; E, rampe supérieure; J, rampe inférieure; D, arrivée de l'air sous pression; A, B, C, filtres à air; F, conduite d'air filtré; M, arrivée de vapeur; L, robinet d'air; K, robinet de vidange du moût; a, b, c, d et e, robinets; g, g, g, glaces servant à surveiller le remplissage des fûts.

des récipients permettant de le conserver et de le transporter. M. Kuhn a choisi des fûts ordinaires en bois assez épais; le dispositif qu'il a adopté est représenté dans les figures 1 et 2.

Les fûts G, H, I portent sur chaque fond une tubulure munie d'un tube d'étain; l'un de ces tubes est relié à une rampe inférieure J, l'autre à une rampe supérieure E. Les fûts sont donc placés debout, comme on peut le voir sur la figure 1. La rampe inférieure est en communication avec le robinet de vidange K du stérilisateur N.

On commence par stériliser les fûts et l'ensemble de la canalisation au moyen de la vapeur sous pression produite par un générateur et arrivant par le tuyau M.

La vapeur est envoyée simultanément dans les rampes, les fûts et les tuyaux où doit passer soit le moût stérile, soit l'air qui est stérilisé par sa filtration à travers les filtres A, B et C.

Par le robinet *e*, la vapeur passe dans la conduite d'air qui relie les fûts à air avec le robinet L, par lequel se fera la rentrée d'air dans l'appareil stérilisateur au moment de la vidange de celui-ci. Par le

on ouvre les robinets L et K, on ferme les robinets *e* et *d*, et on envoie par le tuyau F de l'air filtré, sous une pression légère. On ouvre doucement le robinet de purge de la rampe supérieure E, de manière à ce que l'air contenu dans les fûts puisse s'échauffer au fur et à mesure qu'il est remplacé par le moût.

On s'aperçoit que les fûts sont pleins, lorsque le liquide apparaît dans les glaces *g*, placées entre le tube d'étain et la rampe supérieure; on ferme alors le tube d'étain en l'aplatissant fortement au moyen d'une pince.

Lorsque tous les fûts sont remplis, on ferme le robinet de l'appareil stérilisateur K, et l'arrivée d'air. Enfin, on ferme les tubes d'étain reliant les fûts à la rampe inférieure.

Conservation et transport du moût en fûts. — On obtient, en opérant comme nous venons de l'indiquer, des fûts absolument clos, remplis de moût stérile et portant sur chaque fond un tube d'étain fermé par aplatissement. On a constaté que ces fûts, gardés sur place, étaient susceptibles d'une assez longue conservation. De plus, ces fûts peuvent être sans aucun in-

convénient expédiés à d'assez grandes distances.

J'ai reçu deux envois comprenant chacun deux fûts. Le premier, expédié en petite vitesse de Lunel à Paris, est parti le 19 avril 1900 et est arrivé le 30 avril. La seconde quinzaine d'avril avait été très chaude; néanmoins, le moût n'a pas souffert; un fût a été ouvert tout de suite; l'autre fût n'a été ouvert que huit jours après et tous deux étaient en bon état et n'avaient pas fermenté.

Un second envoi, parti le 6 décembre 1900, est arrivé à destination le 18 décembre. Les deux fûts étaient aussi en excellent état; je les ai conservés, et ne les ai ouverts, pour les mettre en fermentation, qu'en avril 1901. Ils étaient restés parfaitement stériles, et leur goût était excellent.

Le problème de la conservation et du transport du moût de raisin peut donc être considéré comme résolu. Reste à voir maintenant si la solution de ce problème peut devenir l'origine de progrès importants en vinification.

Tout d'abord, avant de préciser les progrès possibles, on voit que, si la conservation du moût peut être obtenue à un prix peu élevé, — et cela est possible, — le vinificateur se trouve en présence d'une situation nouvelle, car, au lieu d'être obligé de convertir ses moûts en vins aussitôt après qu'il vient de les préparer, il peut attendre à son gré, et devenir le maître des conditions dans lesquelles il pourra opérer ses fermentations.

Au point de vue pratique, il nous semble que la possibilité de conserver et de transporter les moûts peut faire entrer dans une voie nouvelle l'amélioration des vins par l'emploi des levures sélectionnées. Les deux facteurs qui interviennent dans la vinification sont le moût et la levure. Jusqu'ici, on s'est efforcé de répandre l'emploi des levures sélectionnées, mais celles-ci agissent dans un milieu bien différent de leur milieu originel. Au lieu de porter la levure auprès du moût, il serait plus rationnel de porter le moût auprès de la levure que l'on veut faire agir sur lui, et de laisser travailler cette dernière dans les conditions de milieu où elle paraît se plaire.

C'est ainsi, par exemple, que si l'on expédie en Champagne des moûts stériles préparés dans l'Ilérault (on choisit des moûts ayant une teneur en sucre et une acidité voisines de celles des moûts champenois), et que l'onensemence ces moûts avec des levures de Champagne, on obtient des vins se rapprochant beaucoup plus, comme odeur et comme saveur, des vins de Champagne, que si l'on fait l'ensemencement dans le Midi avec la levure sélectionnée.

Il serait, sans aucun doute, possible d'obtenir ainsi des vins de bonne qualité.

En dehors de leur emploi en vinification, les moûts stériles pourraient être l'objet d'un commerce international, puisqu'en Suisse, en Allemagne, en Angleterre, etc., on consomme beaucoup de vins sans alcool, qui ne sont autre chose que des moûts conservés soit par la chaleur, soit par l'acide sulfureux ou d'autres antiseptiques.

X. Rocques,
Ingénieur-chimiste,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

§ 3. — Botanique

La culture de la Morille. — En 1897, au cours d'un article sur la culture du champignon de couche, publié dans cette *Revue*¹, je fis allusion à des recherches que je poursuivais alors dans le but de réaliser la cul-

ture artificielle de la Morille, en partant de la spore.

Les expériences en question ayant abouti, il ne sera peut-être pas sans intérêt d'exposer brièvement la méthode suivie.

La culture d'un champignon supérieur, on le conçoit, comporte d'autres exigences que celle des *Mucedinées* que l'on est habitué à manier dans les laboratoires. Les mycéliums de ces espèces doivent végéter pendant une période fort longue afin d'ac-



Fig. 2. — Stérilisation et transvasement aseptique du moût. — On voit au centre l'appareil de stérilisation Kuhn, monté sur roues. A droite sont placés les fûts qui recevront le moût stérile. A gauche, on aperçoit une partie du générateur de vapeur du moteur servant à envoyer l'air sous pression dans le filtre, dont on ne voit que la partie supérieure.

muler les matériaux de réserve destinés à faire les frais d'une fructification volumineuse: ils doivent aussi avoir à leur disposition un terrain sans cesse renouvelé, car ils ne végètent pas sur place, mais s'avancent au contraire d'une manière continue, sans jamais revenir sur le terrain parcouru.

Afin de satisfaire à ces conditions, j'adoptai comme vases de culture des tubes de verre d'environ un mètre de longueur et 25 à 30 millimètres de diamètre. Ces tubes étaient bourrés d'un substratum composé de matières végétales réduites presque à l'état d'humus, telles que du bois pourri, du terreau de feuilles mortes, etc. L'addition d'un grand nombre de substances nutritives a été essayée en vue d'améliorer ce milieu naturel, sans aucun résultat positif.

Après stérilisation préalable, l'ensemencement se faisait, à l'une des extrémités du tube, au moyen de spores recueillies avec pureté.

La germination est très rapide et, déjà au bout de vingt-quatre heures, on peut apercevoir, au point où les spores ont été déposées, un fin duvet blanc; c'est la

¹ Voyez Ch. RÉRIN : La culture du champignon de couche, dans la *Revue* du 15 septembre 1897, t. VII, p. 705 et suiv.

première apparition du mycélium, qui bientôt pénètre dans le terreau sous forme de filaments ramifiés, parcourt le tube dans toute sa longueur et atteint en quelques semaines l'extrémité opposée. On sectionne alors cette extrémité et on l'abouche avec l'orifice d'un second tube préparé comme le premier. Si l'opération a pu être effectuée à l'abri des moisissures, le mycélium passe sans difficulté dans le second tube et s'y propage; si, au contraire, la culture a été contaminée, elle peut être considérée comme perdue, car, à cette période, le simple voisinage des moisissures suffit à tuer le jeune mycélium de la Morille. C'est pour éviter autant que possible leur invasion qu'il importe de choisir comme terrain des débris végétaux en voie de décomposition déjà très avancée, c'est-à-dire dont les matières fermentescibles ont complètement disparu.

Au bout de plusieurs mois de végétation, les filaments du mycélium paraissent plus volumineux, plus nourris; parfois même, on remarque de véritables cordons résultant de la soudure de plusieurs filaments parallèles; en d'autres points, cette tendance des filaments à se rapprocher, pour constituer des structures plus denses, se manifeste par la formation d'amas feutrés rappelant le *tomentum* qui, chez une famille très voisine de la Morille, les *Pezizes*, constitue la première ébauche du réceptacle.

C'est là l'indice irrécusable que les cultures sont en bonne voie, et que la forme que nous propageons est bien celle qui doit aboutir à la production des ascospores, c'est-à-dire de la Morille. Je ne parlerai donc que pour mémoire d'une autre forme, stérile celle-là, que l'on obtient en cultivant le mycélium non plus au sein d'un substratum poreux, mais en surface dans une atmosphère humide. C'est une forme *Botrytis*, caractérisée par de très longs filaments droits et grêles, bientôt transformés en chapelets de conidies; cette forme se fixe et ne semble plus susceptible de faire retour à la forme fertile dont nous allons continuer à suivre l'évolution.

On constate bientôt que le mycélium a acquis avec l'âge la propriété de résister victorieusement à la concurrence des moisissures; au lieu d'être tué par elles, il refoule maintenant celles qui ont pu s'introduire dans les tubes de culture. Dès ce moment, autant pour simplifier la besogne que pour me rapprocher davantage des conditions naturelles, j'abandonnai les cultures en tubes stérilisés, et j'instituai à la campagne des cultures « en pleine terre ». La méthode, à l'imitation de ce qui se pratique pour le champignon de couche, consistait essentiellement à préparer des couches de terreau de composition variable, enfouies dans des tranchées, et à y insérer de place en place des *mises* de mycélium adulte provenant de mes tubes.

Plusieurs printemps passèrent sans qu'aucune Morille fit son apparition sur les couches, bien que la prise et la propagation du mycélium eussent été constatées. Pour la première fois, en mai 1900, je trouvai une demi-douzaine de Morilles disséminées sur le sol d'une cave, autour d'un emplacement où avaient séjourné, en 1892, des cultures établies dans des pots à fleurs. Cette année-ci (mai 1901), le succès s'est confirmé d'une manière non douteuse. Autour d'une couche composée de feuilles mortes et alcalinisées assez fortement avec du carbonate de soude, datant de 1896, on a récolté une dizaine de Morilles, et plusieurs autres encore sur une tranchée dans laquelle avait été déposé, à la même époque, un compost de marc de pommes. Cela fait donc trois cultures différentes ayant déjà donné, à l'heure actuelle, un résultat positif.

Il est donc acquis que la Morille est un champignon saprophyte, que son mycélium n'a nullement besoin de vivre en symbiose avec les racines de certains arbres, comme le veut une opinion très répandue (dans les expériences en question, toutes les précautions avaient été prises pour ne laisser subsister aucun doute à cet égard) et que sa culture artificielle n'est pas très difficile à réaliser sous certaines conditions. Il est vrai

que cette culture serait bien lente, puisque dans un cas il s'est écoulé huit ans et dans l'autre cinq ans entre l'ensemencement et la récolte. Mais certains faits, connus des mycologistes, de récoltes extraordinairement abondantes de Morilles sur des substratums particuliers, notamment certaines sâtes de bois pour la fabrication du papier, permettent de croire qu'il serait possible de reproduire régulièrement ces conditions exceptionnelles parfois rencontrées dans la Nature et de créer ainsi une méthode intensive de culture de la Morille qui aurait certainement un intérêt économique.

D^r Ch. Repin,
Attaché à l'Institut Pasteur.

§ 4. — Géographie et Colonisation

La Pénétration dans la Côte d'Ivoire. — A la Côte d'Ivoire, comme partout en Afrique, après l'occupation du littoral, a commencé l'œuvre de pénétration. Tout d'abord, les explorateurs ont parcouru le pays : Binger et Treich-Laplène dans le pays de Kong et le bassin du Comoë; Marchand, les administrateurs Nebout et Pobeguïn, M. Eysseric dans le bassin du Bandama; l'administrateur Thomann dans celui de la Sassandra; le capitaine Blondiaux dans le Nord-Ouest de la Colonie; l'administrateur Hostains et le lieutenant d'Olonne dans le bassin du Cavally; enfin la Mission du chemin de fer, dirigée par le Commandant du Génie Houdaille, dans la région intermédiaire entre le Comoë et le Bandama. Je passe sous silence nombre de travaux de détail qui permettent de coordonner, de contrôler ou d'étendre les itinéraires des voyageurs que je viens de nommer.

Puis est venue l'action politique, que l'on peut considérer comme complète dans ses grandes lignes pour la partie Nord et pour la moitié orientale de la colonie. L'action militaire engagée contre Samory nous a amenés à fonder les postes de Touba, Odienné, Tombougou, Seguela, Nouantogloin, Haut-Bandama, Bouaké, Dabakala, Kong et Bouna dans le Nord de la Côte d'Ivoire. La pénétration pacifique, commencée en 1894 sous l'impulsion de M. Binger, premier gouverneur de la colonie et continuée sous ses successeurs, MM. Mouttet et Roberdeau, nous a amenés à occuper successivement les postes de Bettié, Zaranou, Atrakrou, Niabley, Manzano, Assikasso et Bondoukou dans le bassin du Comoë ou le long de la frontière Est, ceux de Tiasalé, Toumodi et Kodiokoti dans le bassin du Bandama. Le mouvement est à peine ébauché dans la partie Ouest de la colonie. L'année 1899 avait vu l'établissement des postes de Grabo, de Taté et d'Olodio dans le bas Cavally. En 1900, l'administrateur Thomann a été chargé de fonder un poste à Boutoubré, à une centaine de kilomètres de la côte, sur le cours de la Sassandra.

On remarquera que ces diverses lignes de pénétration suivent toutes les vallées des cours d'eau qui arrosent la colonie; ce n'est pas que les rivières de la Côte d'Ivoire soient d'une navigation facile, mais leur orientation générale Nord-Sud en fait en quelque sorte des fils conducteurs pour qui, du littoral, veut s'élever vers l'intérieur.

Livingstone, il y a longtemps déjà, comparait l'Afrique à une auge dont les rebords, formés par une série de montagnes ou de plissements parallèles aux côtes, isolaient de la mer tout le centre du continent. Les fleuves africains les plus importants, le Nil, le Niger, le Congo, le Zambèze, n'arrivent à la mer qu'après s'être frayé une route pénible au prix d'une série de rapides ou de cataractes à travers l'obstacle géologique qui leur barrait le chemin. Leur navigabilité se trouve donc interrompue à une distance plus ou moins faible de leur embouchure. Cette configuration du continent africain, après avoir, pendant de longues années, entravé les reconnaissances des explorateurs, est aujourd'hui l'une des grosses difficultés que rencontrent les nations européennes pour la mise en valeur

des vastes territoires qu'elles se sont attribués en Afrique pendant le dernier quart du XIX^e siècle.

Bien qu'appartenant tous au bassin côtier du golfe de Guinée, les fleuves de la Côte d'Ivoire ne font point exception à cette règle générale et ils ne se jettent dans l'Atlantique qu'après avoir franchi, par de nombreux rapides, les gradins montagneux et boisés qui, du littoral, accèdent aux plateaux de la boucle du Niger, où les plus importants de ces cours d'eau prennent leurs sources.

On rencontre, en allant de l'Est à l'Ouest : le Tanoë dont le cours inférieur sépare notre colonie de la Côte d'Or anglaise. Il est navigable, mais pour les pirogues seulement, jusqu'à Nougoua, point à partir duquel il coule entièrement en territoire anglais.

La rivière Bia, qui se jette dans la lagune Aby, cesse d'être navigable pour les pirogues aussi bien que pour les vapeurs à Aboisso, à une cinquantaine de kilomètres de la mer.

Le Comoë, l'un des trois cours d'eau les plus considérables de la colonie, a son embouchure à Grand-Bassam ; il cesse d'être navigable pour les vapeurs à Alépé, à seulement 40 kilomètres du littoral ; 50 kilomètres plus haut, à Malamalosso, des chutes de plusieurs mètres arrêtent la marche des pirogues. Les chutes de Malamalosso tournées par voie terrestre, le Comoë redevient navigable pour les pirogues qui pourraient, au prix de sérieuses difficultés, causées par les nombreux rapides obstruant le cours du fleuve (il y en a 17 entre Bettié et Attakrou), remonter jusqu'à Nabaé, par environ 8°30 de latitude nord. Le Comoë prend ses sources bien plus haut encore, dans le Kenedougou, entre le 10^e et le 11^e degrés de latitude.

Les rivières Mé et Agneby, qui se jettent dans les lagunes Potou et Ebrié, sont beaucoup moins importantes et prennent leurs sources dans le voisinage du 7^e degré de latitude nord. Leur cours inférieur serait pendant quelques kilomètres accessible aux vapeurs s'il était débarrassé des nombreux troncs d'arbres qui l'obstruent.

Le bassin du Bandama, bien que les sources de ce fleuve soient un peu moins septentrionales que celles du Comoë, paraît, par l'importance et le nombre des affluents, le plus étendu des bassins fluviaux de la Côte d'Ivoire. Malgré son débit pendant l'hivernage, ce fleuve, qui a son embouchure près de Lahou, n'est navigable pour les vapeurs que jusqu'à Thiassalé, à 90 kilomètres de la mer et pendant les plus hautes eaux seulement, c'est-à-dire pendant trois ou quatre semaines ; encore les rapides de Broubron, à une trentaine de kilomètres en aval de Thiassalé forment-ils toujours un obstacle peu commode. Pendant le reste de l'année, la navigation par vapeurs s'arrête soit à Broubron, soit à Ahuakron, à une quarantaine de kilomètres seulement du littoral. Ses deux branches les plus considérables, Bandama Rouge et Bandama Blanc, ainsi que le Nzi, son affluent le plus important, sont encore trop peu connus pour qu'on puisse apprécier exactement dans quelle mesure leurs nombreux rapides forment obstacle à la navigation des pirogues.

Le Daguiré et le Bonico, qui arrivent à la côte auprès de Fresco, sont sans importance. La Sassandra, dont le cours supérieur a été reconnu par le capitaine Blondiaux sous le nom de Ferédougouba, est le troisième des grands fleuves de la Côte d'Ivoire. Elle cesse d'être navigable pour les vapeurs à quelques kilomètres de son embouchure, et on ne l'a encore remontée en pirogues, au prix de sérieuses difficultés, que jusqu'à Nonpoudou, un peu au-dessous du 7^e degré de latitude nord.

La rivière de San Pedro, beaucoup moins importante que la Sassandra, est, comme celle-ci, coupée par de nombreux rapides presque jusqu'au littoral. Les rivières de Wappou et de Tabou, moins importantes

encore, deviendraient accessibles pour de petites embarcations sur un parcours de quelques kilomètres si on débarrassait leur cours inférieur des nombreux troncs d'arbres tombés qui l'obstruent.

Sur le Cavally, qui forme la limite ouest de la colonie, le point terminus de la navigation à vapeur est Niamé, à 38 milles géographiques de l'embouchure ; on n'est pas remonté beaucoup plus haut en pirogues.

Il s'agit, bien entendu, dans toute l'énumération qui précède, de petits vapeurs de rivière calant au plus un mètre ou un mètre cinquante de tirant d'eau.

Je me suis attaché à déterminer, aussi exactement que possible, pour toutes ces rivières le point où cesse la navigation à vapeur, car l'expérience me semble avoir démontré que, dans les rivières à rapides, la navigation par pirogues ne saurait suffire à un mouvement commercial de quelque importance.

Les difficultés de la navigation sur ces rivières ont, en effet, pour conséquence première d'exiger des marins une connaissance du cours d'eau, de ses récifs et de ses crues qui monopolise la batellerie au profit des seuls riverains. Ceux-ci augmentent leurs exigences proportionnellement aux demandes, leur nombre n'ayant pas varié, alors que celui des traficans et des marchandises à transporter augmentait, si bien que le temps arrive vite où la rareté et la cherté des transports par pirogues créent un obstacle presque insurmontable au plus grand développement du commerce dans la région.

Le fait vient de se produire à la Côte d'Ivoire dans le bassin du Comoë. Il y a quatre ans encore, les pistes suivies par les caravanes commerciales venant de l'intérieur s'arrêtaient toutes à Bettié ou à Malamalosso sur le fleuve, qu'elles utilisaient ensuite pour se rendre à Alépé ou à Grand-Bassam. Mais, depuis, la quantité de caoutchouc exporté est passée de 141.997 kilogrammes en 1896 à 633.435 kilogrammes en 1899, chiffre qui a été encore dépassé en 1900. La presque totalité de cet excédent provient des cercles de l'Indénié et de Bondoukou ou des régions voisines qui empruntent les routes de l'Indénié pour leurs relations avec le littoral. Devant cette surproduction, la batellerie sur le Comoë est devenue insuffisante et l'Administration fait, en ce moment, ouvrir le long de la rive gauche du fleuve une piste pour permettre aux caravanes d'accéder à Alépé, point terminus de la navigation à vapeur.

Il ressort de ce rapide exposé que la question des moyens de transport et des voies de communications économiques se pose à la Côte d'Ivoire avec la même urgence que dans nos autres possessions de l'Afrique Occidentale. Si la solution est moins prochaine qu'au Sénégal, à la Guinée Française et au Dahomey, où les chemins de fer sont déjà en construction, elle ne saurait être infiniment retardée. La Mission Houdaille a déjà étudié le tracé de 200 kilomètres de voie ferrée ; tout un plan de campagne, comprenant un complément d'étude et des travaux préparatoires, a été établi pour l'année 1901.

En attendant la mise en train de la grosse entreprise qu'est toujours la construction d'un chemin de fer dans l'Afrique intertropicale, l'Administration locale s'est préoccupée de l'amélioration des pistes suivies par les caravanes indigènes. Elle en a tracé, élargi et aménagé plus de 1.200 kilomètres dans les cercles d'Assinie, de l'Indénié, de Bondoukou, du Baoulé et de Kong.

Enfin, elle a presque achevé la construction de la ligne télégraphique qui doit la relier au réseau du Soudan et du Sénégal. Le fil parti de Grand Bassam et desservant les postes d'Alépé, de Bettié, de Zaranou, de Niabley, d'Assikasso et de Bondoukou, était arrivé le 4 août 1900 à Dabakala, à 150 kilomètres seulement de Kong, point qu'avait atteint deux mois plus tôt le fil soudanais.

M. Clozel,

Gouverneur de la Côte d'Ivoire.

NOTES SUR L'AFRIQUE ÉQUATORIALE

DEUXIÈME PARTIE : ETHNOGRAPHIE¹

Rien de plus embrouillé que l'ethnographie africaine : la multiplicité des peuplades de toutes races, leur confusion, l'absence de traditions ou de monuments de leur histoire, le peu de temps depuis lequel nous avons commencé à les connaître, rendent fort difficiles, sinon impossibles, l'établissement de leurs parentés et la poursuite des pistes de leurs migrations. Tout s'efface vite sur cette sauvage terre d'Afrique. La féconde Nature a bientôt fait disparaître les morts et détruit la trace de leurs pas ou les vestiges de leurs travaux.

Nous allons cependant essayer de donner une idée générale des principales peuplades qui habitent l'Afrique équatoriale, de leurs caractères physiques et de leurs coutumes, de leurs mœurs et de leurs langues, en nous basant sur les observations que nous avons pu recueillir pendant un séjour de plusieurs années dans ces régions.

I

Les races africaines obéissent à la loi commune : elles se modifient par une évolution plus ou moins lente, que l'intervention européenne tend à brusquer aux dépens de l'existence même de plusieurs d'entre elles. Pourtant, soit par soumission à une tradition obscure, soit par la protection de remparts géographiques, soit à cause de leurs qualités prolifiques, de leur énergie vitale et de leurs vertus guerrières, qui leur rendent superflue ou hostile toute immixtion étrangère, quelques-unes paraissent avoir conservé un type assez homogène : c'est ce qui est arrivé, par exemple, pour les Pahouins, les Ballali et les Bobanghi.

Ces cas sont rares. La plupart des peuplades offrent des types assez mêlés. En tête des circonstances qui ont contribué à modifier les caractères ethniques primitifs, il faut placer l'infusion du sang étranger par la voie de l'esclavage. Notons que les Pahouins, qui viennent d'être cités pour avoir conservé la pureté du type, ne pratiquent pas le trafic de l'homme : le prisonnier fait à la guerre n'est point réduit en esclavage; on le mange; il n'y a même pas de mot dans leur langue pour signifier « esclave ».

Chez tous les autres, au contraire, la traite de l'homme est très prospère (fig. 1); pour la région du Congo, ce sont les Bayandzi qui en sont les grands pourvoyeurs. D'ailleurs, sauf cas spéciaux et exceptions, l'esclavage n'y est pas si terrible qu'on l'a dit et ne justifie qu'en partie les alarmes de nos philanthropes : j'entends l'esclavage chez les noirs mêmes; car l'esclavage tel que l'avaient institué autrefois les Européens ou tel que ceux-ci l'exercent encore assez couramment, déguisé sous les noms les plus divers, est infiniment plus impitoyable et plus cruel.

L'esclave du nègre est un peu le *client* de l'Antiquité, à cela près qu'il peut être vendu; mais il fait en quelque sorte partie de la famille et jouit de certaines prérogatives. J'ai connu un nommé Mouloulou, qui tirait son nom de sa tribu d'origine. Vendu chez les Bobanghi comme esclave, il était devenu possesseur d'une grosse fortune en ivoire, avait acheté lui-même des esclaves et s'était libéré. Un beau jour, il avait perdu au jeu toutes ses richesses; il était en train de recommencer une nouvelle fortune. C'est un fait remarquable que l'esclave puisse posséder en propre des biens et des esclaves, en dehors de la propriété de son maître. Sur quelle loi peut reposer un droit en apparence si paradoxal? Quelle en est la sanction? Si coutume il y a, je ne répondrais pas qu'elle soit toujours respectée. Il est évident qu'elle n'a d'autre fondement que l'intelligence, l'habileté et la force de caractère de l'individu; mais il n'en est pas moins vrai aussi qu'elle repose sur une conception particulière de la servitude chez les races nègres. Il suffit que des exemples analogues au précédent ne soient pas rares et que, même chez des tribus aussi aristocratiques que les sultanats zandés, des esclaves aient pu s'élever au rang de chefs.

Une autre anecdote montrera certaines particularités curieuses de l'esclavage en Afrique. Un esclave des Batéké, ayant été malmené par son maître, un chef de Kimpila nommé Malié, vint se réfugier au poste de Brazzaville. Il portait le costume, la coiffure en couronne et les balafres caractéristiques de la tribu. L'administrateur consentit volontiers à lui donner asile; il lui suffisait de se présenter le lendemain matin à l'appel et de prendre sa part de travail avec nos autres engagés. Mais notre homme ne l'entendait pas de cette manière; il répliqua avec indignation : « Pourquoi viendrais-je travailler ici, alors que je ne fais rien

¹ Voir la première partie de cet article dans la *Revue* du 30 juin, t. XII, p. 538.

Cette partie était consacrée à l'examen des conditions orographiques, hydrographiques et climatériques des régions africaines équatoriales.

au village? » et il s'en retourna chez son maître. Je ne voudrais pourtant pas laisser croire que tout est rose dans la condition de l'esclave. Son existence est assez précaire, surtout s'il est faible et chétif; il est exposé aux mauvais traitements, à

Quoi qu'il en soit de la condition des esclaves, ils laissent néanmoins leur empreinte sur la race où ils sont transplantés, soit par le concubinage des femmes captives avec leurs maîtres, soit par le mariage des esclaves entre eux, ainsi que par leur



Fig. 1. — Esclaves à la fourche chez les Zandés, menés par des bazingers.

être revendu, à être étranglé à la mort du chef, pour continuer à le servir dans l'autre monde. Il faut lui rendre cette justice qu'il accepte la bonne et la mauvaise fortune avec le plus entier fatalisme. Ce n'est pas lui rendre service que d'essayer de le tirer de son état; souvent il s'y refuse, même avec la perspective d'être gardé pour la marmite, comme cela arrive dans le moyen Oubanghi.

établissement et celui de leurs enfants dans la tribu, où leur famille finit par prendre droit de naturalisation. Dans ces conditions, la race ne saurait manquer de perdre la pureté de son type primitif. Mais elle n'en conserve pas moins son indépendance et son intégrité au point de vue politique. L'esclave devient l'enfant adoptif et le citoyen de sa nouvelle patrie; il en épouse les que-

relles et redoute l'étranger. Son intérêt bien entendu lui commande sa conduite : il n'a rien à gagner au change et court le risque de troquer une existence médiocre, mais assurée, contre les hasards d'une nouvelle et incertaine condition.

Telle est, dans ses grandes lignes, au Congo, l'influence de l'esclavage dans le mélange des races. Les Nzakaras sont trop anthropophages pour que les esclaves aient chance de jouer chez eux un rôle de quelque importance. Leur race n'en est pas pour cela plus homogène; elle est composée d'éléments disparates, venus on ne sait d'où, puis réunis et confondus sans doute par la seule raison de solidarité. Et c'est vraisemblablement cette raison de solidarité et le besoin instinctif de relier plus intimement un tout si peu cohérent par soi-même, qui a poussé les Nzakaras à s'ériger en royaume, grotesque parodie d'un État constitué.

Dans les sultanats zandés, où peut-on dire qu'il existe encore des individus de race pure? Peut-être chez Mbia, tout à fait dans l'Est. Partout autre part, la population actuelle est le résultat des croisements répétés de la race zandé conquérante et des nombreuses races autochtones. Deux des sultans tiennent même à ne pas être de race zandé. La plupart de leurs enfants sont nés de femmes esclaves, dont les chefs possèdent toujours un assortiment raisonnable. Quant aux conquis, Biris, Karès, Krèychs, Basiri, Pambias, Barès, Digas (ces derniers n'étant autre que des zandés asservis), ils sont en voie de disparaître, à brève échéance, par la privation de leurs femmes enlevées par les chefs et par suite des misères et des corvées de toute nature.

Le mélange des races rencontre un gros obstacle dans la crainte qu'éprouvent les indigènes à s'éloigner de la tribu. Si certaines peuplades commerçantes, comme les Bobanghi et les populations riveraines du haut cours de l'Oubanghi, se risquent à des voyages fort loin de leur patrie, c'est que de larges cours d'eau offrent à leur expérience de navigateurs une route commode, et à leur sécurité un refuge contre les tribus moins versées dans l'art du pagayage; de plus, leur liberté et leur vie ont pour garantie les besoins et les intérêts commerciaux des gens-qui'ils vont visiter.

Il n'en va pas de même sur les cours d'eau de médiocre importance ou sur la plupart des routes de terre. Chacune des peuplades échelonnées le long de la rivière ou de la route établit des droits sur les transactions commerciales qui s'opèrent à travers son territoire et ne tolère, sous aucun prétexte, les relations directes entre ses voisins d'amont et d'aval; elle impose son intermédiaire, moyennant un prélèvement, qui, répété de proche en

proche, épuise promptement le stock de marchandises.

Ce fut là une des raisons des lentes migrations des peuplades nègres vers la mer (fig. 2), tant que le commerce européen n'eut pas encore pénétré dans l'intérieur de l'Afrique. On se poussait insensiblement vers la source de tant de richesses : les étoffes, les fusils, la poudre, les liqueurs fortes. Pour certaines tribus prolifiques, comme celle des Pahouins, l'accroissement rapide de la population accélère ce mouvement vers la mer, l'extension ayant plus de chance de se faire avec la moindre résistance du côté des peuplades déjà amollies par la vie plus facile, les excès et les vices que leur communique le contact des Européens. Au siècle dernier, les Loangos étaient une race fière et courageuse et constituaient un royaume puissant⁴; maintenant, ils sont lâches, voleurs et paresseux, excellents pour la cuisine, la couture et les travaux de femmes; cent ans de domination européenne et d'alcool ont suffi pour les amener à une décadence complète et à leur prochaine extinction. Les Mpongwés ont presque entièrement disparu; à l'heure actuelle, il en reste à peine au Gabon deux ou trois représentants de race pure. Même sort est arrivé aux Bengas, aux Kombés, aux Boulous. Tout cela a disparu sous l'inondation pahouine, dont les premiers flots commencent à apparaître sur l'horizon du Kouilou.

Ainsi voilà deux causes de migration, le mirage des richesses et la pléthore de population. L'intérêt prend d'autres formes que celle du commerce : chez les Musulmans du Soudan, qui menacent les frontières septentrionales de notre colonie, c'est le prosélytisme religieux, ou plutôt l'appât des terres plus grasses et plus fertiles de la région fluviale, riches d'une luxuriante végétation et d'hommes vigoureux propres à l'esclavage. Chez les Nzakaras, c'est affaire de cuisine; leur goût du gibier humain les entraîne tous les ans à des guerres contre leurs voisins, les Boubous. Les morts sont consommés sur place par les deux partis; les prisonniers sont emmenés comme réserve alimentaire par chacun des belligérants et abattus au fur et à mesure des besoins. Dans les sultanats zandés, c'est désir d'étendre le territoire ou de chasse aux esclaves : Rafāï guette les Nzakaras; les autres sultans, contenus les uns par les autres, n'ont d'autre porte ouverte que celle du Nord.

La conséquence de ces divers mouvements est que, en certains points, règnent des zones de compression de tribus, sans lien commun de parenté, accumulées les unes contre les autres par une

⁴ L. DE GRANDPRÉ : *Voyage à la Côte occidentale d'Afrique*, fait dans les années 1786 et 1787. Paris, an IX. 1801.

poussée d'ensemble. Ainsi, nous voyons s'écraser sur la côte et s'y éteindre les Bômouidi, une fraction des Bosyéba, les Kombés, les Mabéa, les Bengas, les Boulous, les Mpongwés et, plus au Sud, les six tribus sœurs des Mpongwés, toutes refoulées par l'innombrable invasion des Pabouins¹.

Vers la côte du Loango, sur une profondeur de 400 kilomètres, se pressent sept peuplades, qui n'ont rien de commun entre elles, ni caractères physiques, ni coutumes, ni langues : Bavili (ou

En avançant vers l'intérieur, la compression diminue. Déjà les Baléké (Atyo) sont fort à l'aise sur leurs plateaux, d'où ils se sont écoulés vers le Stanley-Pool (qu'ils appellent Mbankoua) pour prélever leur dîme sur le commerce fluvial.

De l'autre côté du couloir, le groupe de populations que les gens du bas Congo comprennent sous la dénomination générale de Bayandzi, couvre une immense surface de pays avec leurs ramifications, Bolobo, Bonga, Bafourou, Bobanghi,

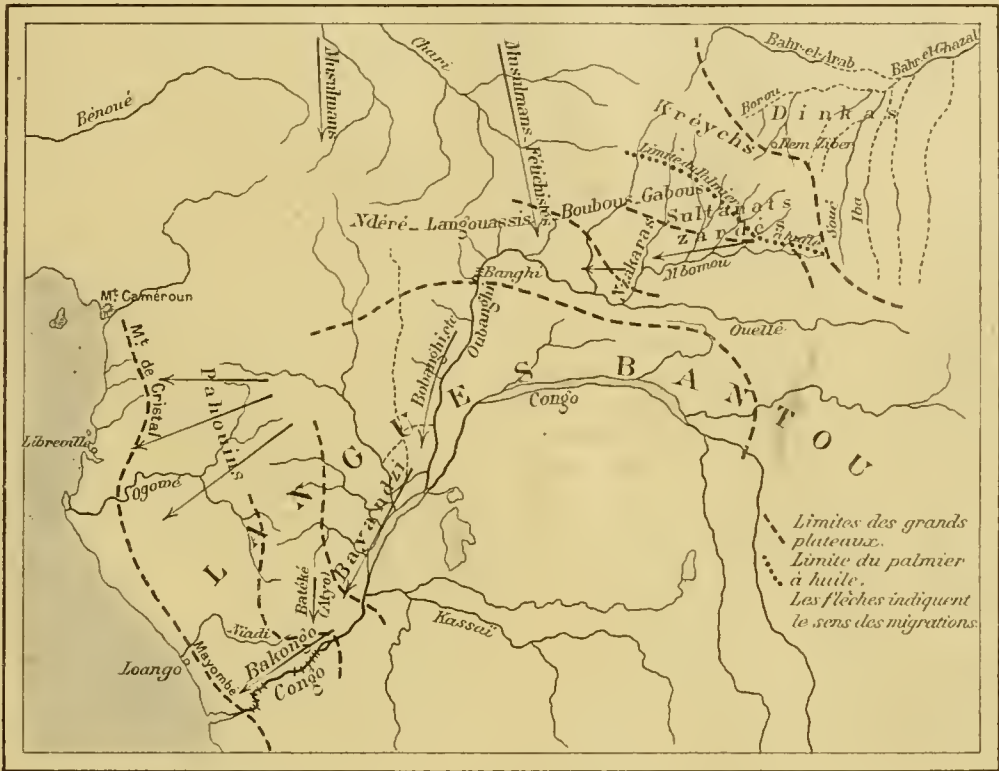


Fig. 2. — Carte des populations de l'Afrique équatoriale et de leurs migrations.

Loangos)², Bayombé, Bakamba, Basoundi, Bakongo, Ballali, Batéké (ou Atyo)³.

¹ La dénomination de *Pahouins* ou plutôt *Mpangwen* (mot à peu près intraduisible autrement dans notre orthographe) est d'origine gabonaise. Les *Pahouins* s'appellent eux-mêmes *Fang* (les deux dernières consonnes sourdes et nasales) et non *Fan* et encore moins *Mfan*, comme on écrit quelquefois; car, dans ce dernier cas, le pluriel ne pourrait être *Befang*, qui est la forme régulière. Les *Pahouins* appellent les *Mpongwés* *Beyoukh* (le *kh* guttural comme le *ch* dans l'allemand *nach, doch*).

² C'est une erreur d'attribuer aux *Loangos* et *Cabindas*, ainsi qu'à leur langue, le nom de *floté*. Ce mot veut dire simplement *noir* (adjectif de couleur) ou *noir*, et n'a dès lors aucune signification, appliqué à une tribu en particulier. D'ailleurs, les indigènes protestent eux-mêmes contre cette dénomination.

³ Le préfixe *Ba* est le signe du pluriel; il remplace le préfixe du singulier *Mou*, qui devient selon les cas *Moun* ou *M* (comme dans *Mvili*). *Bobanghi* est le pluriel de *Mobanghi*; *Bangala* de *Mongala*.

Bangala, auxquelles on pourrait rattacher, malgré de notables divergences, des types de transition qui occupent la moyenne Sanga et le bas Oubanghi.

Au-dessus de Banghi, nouvelle zone de compression, composée de plusieurs couches de populations échelonnées les unes derrière les autres et refoulées vers le Sud par la lente invasion des Musulmans du Soudan. C'est d'abord, tout à fait au bord de l'Oubanghi, une étroite bande de peuplades assez disparates, Sabangas, Ouadas, Banziris et Bourakas, Sangos et Yakomas. En arrière, s'étend de l'Est à l'Ouest un formidable front de bataille, déployé entre la Sanga et le Clinko, et qui est composé d'une chaîne de tribus de même race et presque de même langue, les Ndérés, les Langouassis, les Ngapous, les Boubous et les

Gabons¹. En arrière encore vient une masse compacte de fétichistes exposés, directement aux entre-

Dar-Four. Ce quadruple plan se pousse de proche en proche et vient s'écraser sur les bords de l'Oubanghi; car, de l'autre côté de ce rempart,



Fig. 3. — Village de Bonga (Basse Sanga).

maoua, du Bornou, du Baghirmi, du Ouadaï, du

¹ Presque tous les noms de l'Oubanghi ont été défigurés par les Européens; je crois devoir néanmoins conserver l'orthographe usuelle, pour éviter toute confusion.

sont d'autres tribus qui en défendent le passage.

En résumé, si nous faisons le dénombrement de toutes les populations échelonnées le long de l'itinéraire de la figure 1 de notre premier article,

soit sur une distance de 2.600 kilomètres, nous y trouvons vingt-cinq tribus différentes, dont l'énumération serait à la fois fastidieuse et inutile. Et,



Fig. 4. — Famille de Ballali.

parmi toutes ces tribus, quelles variétés de types, de coutumes, de dialectes!

II

Deux grandes divisions s'imposent d'abord, et, comme elles joignent à des caractères ethniques différents une architecture bien distincte, on pourrait les désigner aussi bien par la forme ronde ou rectangulaire de leurs habitations. Les populations à cases carrées (fig. 3), dites de langue Bantou, éparses sur le Congo, se séparent ainsi très nettement, à la fois par un signe sensible et par des signes de constatation plus délicate, de celles à cases coniques qui règnent au-dessus du quatrième parallèle.

Cette première distinction, tout en limitant la question, est loin d'en diminuer la difficulté et l'inextricable imbroglio : car, des deux parts, malgré des similitudes générales, des analogies physiques ou linguistiques, les dissemblances de détail sont si nombreuses et souvent si tranchées

qu'il paraît bien difficile d'assigner, avec quelques chances de probabilité, des liens de parenté entre les diverses tribus. Peut-on faire dériver d'une même origine les Pahouins ou les Bobanghi brachycéphales et les Bakongo dolichocephales? Puis, indépendamment de la forme du crâne, combien toutes ces races, même dans les régions où elles sont le plus pressées, ne diffèrent-elles pas par leurs formes physiques, leurs qualités morales et leurs aptitudes! Voici les Bakamba aux formes épaisses et charnues¹; à côté d'eux, les Basoundi et surtout les Bakongo, aux traits fins et intelligents, au front saillant, aux membres vigoureux, malgré leur gracilité. Voici également les Ballali (fig. 4), actifs, tout petits, aux formes quasi-fémi-



Fig. 5. — Famille de Batéké (Alyo).

nines; à côté d'eux, les Batéké (Alyo)² à la haute taille, à l'allure dégingandée et paresseuse (fig. 5),

¹ J'ai vu chez eux plusieurs cas bien marqués de stéatopygie chez des femmes.

² Il s'agit ici des Batéké de Mbé, riverains du Congo, très

6, 7). Et combien tous ces gens diffèrent encore des Bayandzi, beaux hommes, vigoureusement découplés, à la poitrine développée de payeurs, au front large mais bas, à la tête ronde!

Au moral, les divergences sont encore plus grandes : — Le Pahouin est le brocanteur retors, qui fait le petit commerce, dispute pour une tête de tabac, marchande pendant des heures et des jours avec la plus mauvaise foi du monde; — les Bakongo sont voyageurs, commissionnaires, brasseurs d'affaires, débattant de gros intérêts avec vivacité, mais non sans quelque largeur d'idées et quelque générosité; — les Balali sont les petits agriculteurs économes, qui vont avec diligence porter au marché les produits de leurs plantations et cherchent à en retirer un bénéfice raisonnable,

différents par leurs caractères physiques de ceux du haut Aliama, qui sont de très petite taille; les premiers s'appellent eux-mêmes Atyo (au singulier Ityo).

mais honnête; — les Batéké (Atyo) sont gens d'importance, à prétentions aristocratiques, parfaite-



Fig. 6. — Groupe de Batéké (Atyo).

ment paresseux, répugnant au travail manuel, sachant se rendre nécessaires comme entrepositaires et prélever leur part des transactions qui s'opèrent chez eux; — le Mombanghi est l'homme d'audace; il voyage; il fait le commerce au loin et s'abouche avec maintes tribus, dont il devient l'indispensable pourvoyeur; il trafique d'esclaves avec ceux-ci, d'ivoire avec ceux-là, connaît les produits qui font prime sur tel ou tel marché; il a, peut-être encore plus que les autres noirs, la passion du jeu et il n'hésite pas à risquer sa fortune sur un coup de *pata-tara*; — les Baloï et surtout les Bondjos sont des ventres; c'est

tout ce qu'il y a de plus bestial en fait d'anthropophagie.

Au-dessus de Banghi, la confusion est encore plus difficile à démêler. D'ailleurs, il faudrait

mieux connaître les populations non riveraines de la rivière, que les itinéraires tracés jusqu'à présent nous ont permis de le faire, pour établir des rapprochements et essayer de dégager des affinités. Les plus sympathiques et les plus utiles à nos intérêts sont les peuplades établies immédiatement sur le bord de l'Oubanghi. Leurs aptitudes

fond, ils commettront un acte grave par convoitise ou par représailles. Dans leurs pirogues, ils chantent à journée entière, improvisent des paroles sur des airs connus, vous jouent des tours pendables et trouvent moyen de se faire pardonner à force de bonne humeur.

Les Nzakaras (fig. 10) inaugurent la série des gens moroses. Leur goût de la viande humaine, attesté par les trophées d'ossements qui décorent chaque village, n'est pas d'ailleurs sans leur nuire quelque peu dans notre esprit. Il convient toutefois de se faire une idée aussi exacte que possible de l'anthropophagie. Ces



Fig. 7. — Jeune fille Batéké.

à la navigation fluviale, leur expérience des rapides les rendent précieux pour les transports; l'habitude héréditaire du pagayage (fig. 8) et de la pêche a développé leurs membres thoraciques aux dépens des membres inférieurs. De caractère enjoué, toujours gais et chantants, insoucians et imprévoyants à l'excès, leur commerce est en général agréable, mais parfois impatientant par l'extrême versatilité de leur caractère; ils aiment les jeux de société, les calembredaines, les lazzi; puis, dans un coup de tête, quoique sans méchanceté dans le



Fig. 8. — Pagayeur Sanga poussant la pirogue à la perche.

horribles appétits sont encore fort répandus dans toute l'Afrique centrale, depuis le moyen Congo jusque dans la haute Sanga et le haut Oubanghi, y compris les Nzakaras. Les Pahouins s'y adonnent aussi très volontiers.

Il y a des degrés dans l'anthropophagie. Les uns, comme les Pahouins, n'abattent point un homme exprès pour le manger; mais ils dévoreront fort bien l'ennemi tué à la guerre, par manière de représailles ou afin d'hériter ses vertus et sa valeur; il n'y a pas longtemps que les héros de l'*Iliade* n'en faisaient plus autant. D'autres sont anthropophages par rencontre: la faim, l'occasion..., quelque diable aussi les poussant; tels les Banziris (fig. 9), Sangos et Yakomas. Les Nzakaras avancent d'un degré de plus: ils font la guerre pour se procurer la viande humaine. Quant aux

Bondjos, aux Langouassés, aux Boubous, ils tuent pour manger, ils achètent des esclaves pour la cuisine; ils se tuent entre eux; dans certaines

ainsi que l'éléphant, l'antilope et les chèvres. Ces coutumes ont donc leur source dans un goût naturel pour la chair de l'homme. Si l'on met à part l'horrible bestialité des dernières tribus citées, il faut essayer de se faire, psychologiquement parlant, une idée exacte et dénuée de tout préjugé, si respectable qu'il soit, au sujet des conceptions obscures et instinctives de nos indigènes en pareille matière; et, pour les trois premiers degrés établis plus haut, il faut se garder de con-



Fig. 9. — Femme Banziri.



Fig. 10. — Femme Nzakara.

tribus au nord de l'Oubanghi, les hommes, dispersés dans la brousse par petits groupements de cases, vivent dans une alerte perpétuelle, de case en case, exposés aux embuscades de leurs voisins.

Contrairement à ce qu'on a souvent dit, la faim et l'absence de ressources ne sont point ici la cause déterminante de l'anthropophagie. Les pays des Bondjos, des Boubous, des Nzakarassés sont parmi les plus fertiles et les plus riches de l'Afrique; le poisson y abonde,

fondre férocité avec anthropophagie. Bien des Européens, depuis le D^r Schweinfurth, ont circulé absolument isolés parmi ces sauvages tribus; aucun,

que je sache, pas plus que ceux de mes camarades et moi-même, qui nous sommes trouvés en pareil cas, n'a eu l'impression de n'être pas parmi eux en parfaite sécurité (j'en excepte toujours la quatrième catégorie). Cela tient à la notion qu'ils se font de l'homme libre et de l'esclave ou captif.

L'existence de ce dernier ne compte pas; sa forme humaine ne le différencie en rien, au point de vue alimentaire, d'une poule ou d'un cabri. Il est à remarquer, à leur décharge, que, au contact des Européens, ils prennent vite la honte de ces pratiques; s'ils s'y livrent encore, ils se cachent et, interrogés à ce sujet, ne veulent point en convenir.

Les Zandés ou Nyamnyams (fig. 11, 12, 13) ont, selon toute apparence, entièrement renoncé à l'anthropophagie. Et puis, peut-on dire qu'il existe encore vraiment des Zandés? Leurs



Fig. 11. — *Bazinger (soldat) Zandé.*

sultanats ne sont pas des groupements naturels de races, mais des constitutions politiques tout à fait artificielles. L'élément zandé conquérant s'est si bien fusionné avec les conquis, que, sauf peut-être dans l'extrême Est, on ne retrouve plus le type originel décrit par le D^r Schweinfurth. Les conquis eux-mêmes appartiennent aux races les plus diverses et les plus hétérogènes; comme les

populations de l'Oubanghi, elles ont subi le refoulement vers le sud, à la suite des incursions des Musulmans du nord. Actuellement, ils sont en voie d'extinction rapide: la misère, les privations, les guerres, la chasse à l'esclave, la privation

de leurs femmes ont considérablement dépeuplé le pays. Les seules populations du Bahr-el-Ghazal, qui aient jusqu'à présent résisté victorieusement aux influences extérieures et évité toute empreinte étrangère, sont celles, Dinkas, Chillouks et Nouërs, qui, retranchées au milieu de leurs impénétrables marais, y ont toujours trouvé un rempart inexpugnable contre les plus redoutables tentatives d'invasion. Je pense qu'il n'y a plus lieu de réfuter l'hypothèse du D^r Schweinfurth, tentant à établir l'identité des Nyamnyams et des Pahouins. L'aire

de peuplement de ces derniers est maintenant circonscrite.

En outre, il y a aussi peu que possible de traits communs entre les deux types; leurs idiomes ne se ressemblent non plus, ni par les mots, ni par la grammaire, ni par l'accentuation: le zandé est doux et monotone; le pahouin, rauque et guttural.

III

Voilà donc bien la vraie confusion des peuples : c'est aussi la confusion des langues. Autant de tribus, autant d'idiomes. Des vingt-cinq tribus que nous avons relevées sur notre long itinéraire, aucune ne comprend ses voisines. Pourtant, les migrations, les relations commerciales, favorisées par les voies naturelles de communication, les multiples causes de mélange des races ont imprimé à quelques groupes de ces langues des caractères communs, des règles de syntaxe et d'accord, calquées sur un modèle unique, des radicaux et même des mots entiers identiques, qui leur donnent un air de famille et que chacun s'est assimilé en les adaptant à son génie particulier.

L'indigène est le plus souvent inconscient de ces ressemblances ; il faut un esprit d'observation moins superficiel que le sien pour les dégager. Le seuil de Banghi, continué jusqu'à la moyenne Sanga, d'une part, et, de l'autre, à travers les territoires compris entre le Congo et l'Oubanghi, établit encore une fois, dans le domaine linguistique, une ligne de démarcation bien tranchée entre l'architecture carrée et l'architecture ronde. Au sud règnent les nombreux dialectes confondus sous l'appellation générale de *langues bantou*¹ ; — au nord,

les données sont encore bien vagues et insuffisamment étendues ; elles nous permettent tout juste de trouver, entre les non moins nombreuses langues qui sont parlées jusqu'au Soudan et jusqu'au Nil, quelques traits communs qui tendraient à les ranger dans un même groupe.

Mais, qui dit similitude de langage ne dit point similitude de races ; de sorte que la constatation qui vient d'être faite des analogies linguistiques, de part et d'autre de la limite établie, n'est pas en contradiction avec celle de la variété des races qui peuplent l'une et l'autre régions. En vertu de l'extrême facilité qu'ont les noirs à s'assimiler les langues, surtout celles qui répondent à leurs conceptions simplistes, ils ont tous plus ou moins subi l'influence d'une langue plus claire, plus complète, qui s'est propagée sans doute de l'Est à l'Ouest.

Le procédé qu'a dû suivre cette langue bantou, pour s'imposer à des races si diverses, est encore en action sous nos yeux dans les langues commerciales, qui s'étendent sur des espaces considérables et permettent aux trafiquants

de s'entendre entre eux. Ces langues commerciales dérivent toujours de l'idiome d'une tribu prépondérante par ses relations, son trafic ou le chiffre de sa population. Mais la prononciation pure est singulièrement modifiée et la correction

¹ Le mot *bantou* est le pluriel du mot kongo *mountou*, homme. Je crois bien que le même mot existe en Kiswahili, sur la côte orientale de l'Afrique.



Fig. 12. — Bazinger (soldat) Zandé filant le coton.

des règles d'accords et de syntaxe tout à fait inconnue. Quelques formes grammaticales, quelques mots finissent par pénétrer dans les dialectes particuliers à chaque tribu; mais ce ne sont pas les mots les plus usuels et les plus communs, ceux qui sont d'usage courant dans la vie journalière du village; ce sont les termes les plus généraux et ceux qui ne correspondent point à des préoccupations habituelles et, en quelque sorte, intimes. Les mots *homme, femme, enfant, feu, eau*, etc., trahissent bien rarement une origine étrangère; ou bien

les deux existent simultanément : les Bakongo disent plus volontiers *nkoko* que *maza* pour désigner l'eau; et les Loangos en font presque autant des mots *nlanguou* et *masi*; *nkoko* et *nlanguou* leur sont respectivement propres, tandis que *maza* et *masi*, déjà assez semblables entre eux, leur ont été importés.

Même chose se passe en Europe; nous empruntons aux étrangers certains termes de métiers, de jeux, etc.; ils nous prennent des termes de toilette et d'ameublement, par

exemple; les mots fondamentaux ne varient pas. Je donne (p. 610) un tableau comparatif de quelques mots en différentes langues indigènes; je les ai transcrits aussi exactement que le permet l'orthographe française; la figuration précise de leur prononciation nécessiterait des signes et accents conventionnels; elle rendrait quelques rapprochements encore plus évidents. On pourra néanmoins, je l'espère, se rendre compte des analogies et des dissemblances.

Les vingt-cinq tribus déjà citées sont reliées entre elles par quatre langues commerciales seulement : — Une mauvaise langue Kongo, qui s'étend de la côte au Stanley-Pool; — le Mobanghi, qui, étant très facile, n'a pas été très dénaturé; il va du Stan-

ley-Pool jusque dans le bas cours de l'Alima, de la Sanga et de l'Oubanghi et sur une partie du cours supérieur du Congo; — le Sango (ou Yakoma) sur le cours supérieur de l'Oubanghi; — au nord du Mbomou, à partir du Chinko, un mauvais arabe, adouci comme prononciation, simplifié à l'extrême comme grammaire et tellement métamorphosé qu'un Arabe même ne saurait le comprendre sans étude préalable.

Les langues bantou sont caractérisées par quelques principes généraux, communs à toutes :

1^o La formation du pluriel à l'aide d'un préfixe ajouté au-devant du mot ou substitué au préfixe qui marque le singulier¹;

2^o L'accord des adjectifs, des pronoms, etc., avec le substantif se fait toujours par le commencement des mots, d'après une règle d'euphonie qui tend à donner à tous les déterminants la même consonance initiale qu'au déterminé; ainsi, on a en Kongo :

o mamagné
les pierres

mampembè maboté,
blanches (sont) belles.

3^o L'emploi d'un petit mot, appelé *relatif*, destiné à

établir la relation, la possession, l'attribution, et qui entre, à ce titre, dans la composition des adjectifs et pronoms possessifs et démonstratifs; ainsi, en mpongwé :

mpono YINO YI kenda goué?
chemin ce (il) conduit où?

4^o La permutation de certaines consonnes d'après des règles fixes, soit dans la formation du pluriel, dans la conjugaison des verbes, dans les accords, soit dans le passage d'un radical ou d'un mot d'une

¹ Dans les langues de l'Oubanghi (quand elles ont un pluriel), et dans le Zandé, le pluriel se forme également par l'adjonction d'un préfixe. Ainsi, en Zandé, on dit : *zandé*, pl. *azandé*; *ango*, chien, pl. *aango*, chiens.



Fig. 13. — Tisserand Zandé.

langue à une autre. C'est ainsi que le mot mobanghi *motoba* (six) a pu devenir *orowa* en mpongwé. Plusieurs de ces consonnes ont tellement de tendances à se transformer les unes dans les autres que, dans certains idiomes, elles prennent une

Ces langues ne sont pas très riches; leur domaine est particulièrement limité en matière d'idées abstraites, tandis qu'elles se trouvent, au contraire, bien douées en ce qui concerne les occupations et travaux habituels, palabres, pêche, pagayage,

TABLEAU I. — *Tableau comparatif de quelques mots communs en différentes langues de l'Afrique équatoriale.*

FRANÇAIS	LANGUES BANTOU					OUBANGHI		ZANDÉ
	MPONGWÉ	PAHOÛN (FANG)	LOANGO KONGO	RITÉKÉ (ITYO)	MOBANGHI	BANZIRI (MBWANDJIRI)	SANGO YAKOMA	
homme	onomé	fam: môr	mountou bakala	mbourou	mwènè	moko-bo	kori	aboro
femme	onwanlo	monega	nkento	moukèò	mwasi	wolo-bo	wali	dé
enfant	onwana	mone	mwana	mwana	molenghé	foulé	molaughi	goudé
oiseau	ononi	ônou	mnouni (nnouni)	nouni	"	anou	"	"
pagne	onamba	iko	nlélé	iko	élamba	"	bongo	"
sale	ichékè	mvin	mvinou nkoko	mvinou	"	ndjiri	"	birika
eau	aningo	medzim	nlangou maza	adza	may	ngo	ngou	imé
boire	dyonga	gnou	noua	noua	noua	wa	"	mbiri
manger	gna	dzi	lia	dza	(ko-) llè	zo	té	lié
village	nkala	ndzal	bouala	oulla	mboka	ngba	kodro	"
chef	oga	kvouma	fou mfoumou	mfoumou	mokôndji	ngojou	mokôndji	ghya
cheveux	itoué	bisil	milenghé	m fou	"	sou-ndjo	"	manghiri
couteau	chouaka	ôkang	mbèlè	mbyèlè	moutalé	mbègn	"	sapè
dormir	nana	yè	lala	la	loulouma	da	lango	lala
œil	in'yo	djis	lièsou	dzion	disou	léla	"	banghili-sè
arbre	rèrè	éli	nti mti	mouti	mwété	na	kéké	ngoua
maison	nago	nda	nzo	nzo	ndako	tété	da	bambou
douleur	nkaja	gnan	ntchyenzo	mpourou	bwalé	ndza	"	"
Pierre	ido	akok	magnè	mèè	likendjé	timi	"	mbia
esclave	ochaka	(néanl)	ndongo	nkèrè	mopika	"	"	"
perroquet	ngojo	nkôs	likousou	nkono	nkoso	"	"	"
chemin	mpono	nzen	uzifa	nkvoula	ndjyèla	kwaji	lèghi	ghiné
aller	kenda	ke	kwenda	kè	kè	"	goué	ndo
bonjour	holo	?	bwèka	ouki	ouwa moundèlè	balao	balao	sènèné
européen	otangani	alaoga	moundèlè	moundèlè	ntèndèlè liyandza méya	mboundjou	mboundjou	mousoungou
feu	ogoni	ndôa	mbasou	mbaa		zéwa	wa	wè

prononciation intermédiaire, très difficile à saisir pour nous; on ne peut distinguer le *t* du *r*; le *l* du *d*; le *f* du *v* ou de l'*ü* consonne ¹.

portage. Certaines formes dérivées en augmentent notablement les ressources, dans les langues les plus parfaites, et leur donnent une certaine élégance;

¹ Dans plusieurs langues (mpongwé, mobanghi, moulou), l'*u* consonne joue par rapport à l'*ü* voyelle le même

rôle que le *w* par rapport à la diptongue ou plutôt voyelle *ou*.

l'emploi d'un suffixe ajouté au radical d'un verbe modifie de diverses manières le sens primitif : faire faire l'action exprimée par le verbe ; la faire pour quelqu'un ou en faveur de quelqu'un ; la faire fréquemment ou avec continuité ; la défaire ; refaire ce qui a été une première fois défait, etc.

Cette intéressante étude des langues africaines pourrait comporter de longs développements, qui auraient leur valeur au point de vue de la psychologie et de l'élaboration des idées chez les nègres. Ce qui précède est tout ce qu'on en peut dire sans entrer dans les détails fastidieux pour qui ne s'intéresse pas directement à ces questions.

IV

Que deviendront, dans l'avenir, ces populations de l'Afrique équatoriale ? Bon nombre sont destinées à disparaître. Malheureusement ce sont les plus utiles et les plus industrieuses qui disparaîtront les premières : car c'est précisément leur utilité qui pousse les Européens à abuser d'elles. C'est le cas des Loangos : le portage de la côte à Brazzaville a notablement hâté leur extinction ; beaucoup d'entre eux ont laissé leurs ossements sur la route, décimés par la variole, par les privations, par le surmenage ; depuis que la construction du chemin de fer de Matadi au Stanley-Pool a créé à l'embouchure du Congo un centre de commerce, ce qui avait survécu a peu à peu fui la corvée du portage et va chercher du côté de l'Etat Indépendant une condition moins pénible. C'est aussi, dans le haut Oubanghi, l'histoire des populations riveraines. Un petit nombre d'indigènes assument, depuis quelques années, la lourde tâche des transports vers le Mbomou et vers le Chari ; les hommes, distraits pour ces corvées du repeuplement de leurs villages désertés, succombent peu à peu aux fati-

gues, aux maladies, à l'insuffisance du régime, aux sagayes des gens chez lesquels leur passage cause des déprédations, aux répressions qu'entraînent leurs protestations contre les corvées. Pareille chose a déjà failli arriver autrefois avec les Ballali, producteurs de manioc, et se renouvellera certainement un jour ou l'autre.

La conséquence logique de cet état de choses est que les populations qui ont le plus de chances de survivre sont les inutiles ou les nuisibles, comme les Batéké (Atyo), les Bondjos, les Zandés et autres. D'ailleurs, dans cette action destructive de la civilisation en Afrique, il ne faut voir qu'un paragraphe de l'histoire des relations des races supérieures avec les races primitives. Il semble que la seule action de contact des premières soit délétère pour les secondes ; en dehors de la destruction par des moyens violents, l'alcool et la propension qu'a le noir à ne prendre de nous que nos vices, suffisent à empoisonner rapidement la race.

La terre d'Afrique est ingrate à l'Européen. La source du commerce de l'ivoire, qui a excité tant de convoitises, ne tardera pas à se tarir. Mais le sol, par ses productions végétales, par les cultures variées, dont il est susceptible, peut devenir une mine inépuisable de richesses. Les nations qui se sont partagé cette terre à la fois si fertile et si rebelle pour les races étrangères à son climat, feront œuvre de sagesse et de prévoyance en se ménageant des auxiliaires indigènes et en les préparant à leur rôle à venir, non par une éducation stérile et spéculative, contraire à leurs aptitudes, mais par la pratique des métiers manuels et des travaux agricoles. Le succès futur de la colonisation est à ce prix.

D^r A. Cureau,

Chargé de Missions.

L'INSCRIPTION DIRECTE DES COURANTS ÉLECTRIQUES VARIABLES

PREMIÈRE PARTIE : LES OSCILLOGRAPHIES ACTUELS

L'étude des phénomènes électriques variables, et surtout des courants alternatifs, a pris depuis quelques années un grand intérêt. On conçoit, en effet, qu'on ne puisse analyser de pareils phénomènes que si l'on peut connaître et scruter dans le détail la forme des courbes, périodiques ou non périodiques, des courants et des forces électromotrices.

La différence entre les données fournies par les appareils de mesure ordinaire des courants électriques et les indications que donnent les courbes instantanées de ces courants est du même ordre que la différence entre l'étude grossière du rendement d'une machine à vapeur par le frein et le manomètre, et l'analyse de ce rendement par l'étude du diagramme du travail de la vapeur dans le cylindre.

Créer des appareils qui rendent, pour l'étude des courants électriques, les mêmes services que l'indicateur de Watt pour l'étude de la machine à vapeur, telle a été la tâche théorique et pratique que s'est donnée depuis dix ans l'auteur de cet article, et dont il se propose de présenter aujourd'hui aux lecteurs les derniers résultats.

I. — SUPÉRIORITÉ DES MÉTHODES DIRECTES SUR LES MÉTHODES INDIRECTES.

Les méthodes employées pour l'étude des courants variables peuvent être classées en deux espèces : les méthodes *indirectes*, ou méthodes par points, et les méthodes *directes*. Les premières, qui ont été les seules connues jusqu'à une époque récente¹, n'ont été l'objet que de peu de perfectionnements depuis quelques années, tandis que les secondes paraissent appelées à être les seules employées dans un prochain avenir.

Les méthodes *indirectes* présentent, en effet, de très graves défauts. Elles sont pénibles, compliquées comme installation, et fort peu expéditives, bien que l'auteur ait pu, dès 1891², ramener par l'enregistrement photographique la durée d'une inscription de courants alternatifs à une minute

environ. Elles ont surtout un inconvénient de principe tout à fait capital, c'est qu'elles ne se prêtent qu'à l'étude des phénomènes *périodiques* (ou artificiellement rendus tels), et qu'elles ne révèlent que des courbes *moyennes* de plusieurs périodes, plus ou moins différentes en réalité. Il en résulte que ces courbes sont déformées par les variations de vitesse inévitables des machines génératrices, et que tous les phénomènes si intéressants des régimes instantanés non permanents (par exemple les périodes variables d'établissement et de rupture des courants), échappent à l'analyse dès qu'ils ne peuvent plus être reproduits rythmiquement. Aussi a-t-on depuis longtemps senti le besoin de *méthodes directes*, qui pussent affranchir de semblables sujétions de moyennes et de périodicité.

Le desideratum de ces méthodes directes est d'inscrire sans retard et aussi fidèlement que possible les valeurs successives du courant étudié¹.

De premières tentatives furent faites dans ce sens en réduisant l'inertie des galvanomètres ordinaires, comme le firent d'Arsonval, Arnoux, Eric Gérard; mais il ne s'agissait encore que d'étudier des variations lentes, et ces galvanomètres ne pouvaient analyser des courants rapides. D'autre part, Colley, en 1883, voulant étudier des décharges oscillantes, ne se préoccupa que d'en déterminer la période par un galvanomètre analogue à l'électrodynamomètre de Bellati, et ne présentant pas de force directrice; un essai analogue fut fait par M. Nichols à l'aide d'un filet de mercure tombant parcouru par un courant et oscillant dans un champ magnétique. On voit, par ces appareils sans force directrice, qu'à cette époque on connaissait peu les conditions à remplir. Cependant, Frölich et E. Thomson, en 1887 et 1888, s'en rapprochaient davantage en employant comme instrument de mesure un téléphone muni d'un miroir collé sur la membrane. Mais le téléphone était un bien mauvais type d'instrument de mesure à cause de la complexité de la vibration de sa membrane et des effets d'hystérésis et courants de Foucault

¹ Pour l'exposé des principales méthodes indirectes (Jouberl, Duncan, Pionchon, Janet, etc.), voir une intéressante conférence de M. Abraham au *Bull. Soc. Intern. des Électriciens*, 7 juillet 1897.

² A. BLONDEL : Nouvelle méthode pour l'inscription photographique automatique des courbes périodiques des courants alternatifs. *Lumière Électrique*, 20 août 1891.

¹ Pour plus de détails sur les méthodes directes autres que les oscillographes, et pour la bibliographie générale du sujet, voir un rapport de l'auteur : Sur l'inscription directe des courants variables. *Congrès international de Physique* en 1900, t. III.

dont il est le siège; c'est tout au plus un « oscilloscope. »

Ces différents essais ne furent suivis d'aucune application. Quelques années plus tard, en 1893, l'auteur, partant d'une analyse de la solution théorique¹, trouva la première solution du problème par la création des *oscillographes*², qu'on peut définir : des galvanomètres à oscillations très rapides par rapport à celles du courant, dépassant 1.000 périodes propres par seconde, et susceptibles d'être réglés à l'amortissement critique.

Une seconde solution fut donnée, en 1897, par M. Abraham, sous le nom de *rhéographe*. Les rhéographes peuvent être définis : des galvanomètres à oscillations moins rapides que celles du courant et dans lesquels l'inertie et l'amortissement sont compensés par des effets d'induction électromagnétique.

Enfin, à la même époque, M. F. Braun, reprenant et réalisant pour la première fois une idée indiquée déjà en 1894 par M. Hess, utilisa la déviation des rayons cathodiques par un champ magnétique, pour obtenir, dans un tube à rayons cathodiques, une image de la courbe du courant traversant un solénoïde voisin du tube. Nous proposerons pour cette méthode le nom d'*oscilloradiographie*.

Chacune de ces trois méthodes peut avoir sa raison d'être dans telle ou telle application. Mais on peut reprocher aux deux dernières d'exiger des expérimentateurs habiles et un matériel assez compliqué. L'oscilloradiographie surtout, en dépit de sa perfection théorique, manque de commodité et de précision.

Au contraire, les oscillographes sont faciles à manier, très simples de construction; les derniers types, que je vais décrire ici pour la première fois, laissent, à cet égard, les autres très loin en arrière, et, grâce à leur prix de revient relativement bas, ils pourront, j'espère, être bientôt d'un emploi général, de préférence aux anciennes méthodes. On peut dire en tout cas qu'ils constituent actuellement la seule méthode directe vraiment pratique.

Nous en exposerons successivement les principes, les organes et les applications.

II. — PRINCIPES DES OSCILLOGRAPHES.

La théorie des oscillographes est une généralisation de la belle théorie de la synchronisation de M. Cornu. Pour obtenir le résultat désiré, il faut que les oscillations soient non seulement synchroni-

ques, mais, autant que possible, à chaque instant proportionnelles au courant à mesurer. Si l'on se reporte à l'équation générale des galvanomètres amortis :

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + A \frac{d\theta}{dt} + C\theta = GI,$$

(où K est le moment d'inertie, A le coefficient d'amortissement, C le couple de torsion, G la constante galvanométrique, I le courant à étudier), on voit que, si l'on rend les deux premiers termes négligeables devant le troisième, il y aura à chaque instant proportionnalité de l'angle au courant à mesurer; et, en étalant les déviations dans le sens perpendiculaire, à l'aide des méthodes de composition optique bien connues, dont on parlera plus loin, on traduira le mouvement oscillatoire par une courbe. En ce qui concerne le galvanomètre proprement dit, d'après la théorie que l'on ne reproduira pas ici, les conditions à remplir sont au nombre de cinq, les deux premières, d'ordre général, applicables à toute espèce d'indicateurs, les autres spéciales aux oscillographes électriques :

1° L'instrument doit avoir une *période d'oscillation propre* très courte par rapport à celle des oscillations électriques. En particulier, pour les courants alternatifs ordinaires, ayant une fréquence comprise entre 40 et 100 périodes par seconde, un bon oscillographe doit vibrer avec une fréquence au moins 50 fois plus grande, c'est-à-dire au moins 5.000 périodes par seconde.

2° L'*amortissement* doit être réglé à une valeur aussi voisine que possible de l'apériodicité critique toutes les fois que les oscillations électriques ne sont pas bien continues, ou que les variations brusques ne sont pas supprimées par un artifice de correction. L'auteur a montré la nécessité de réaliser cet amortissement en plongeant les équipages mobiles dans des liquides visqueux, baumes ou huiles de vaseline, de ricin, etc., choisis empiriquement et auxquels on donne la température convenable.

Lorsque la fréquence des vibrations propres de l'appareil est très grande, la précision de l'amortissement perd son importance, car il est facile de rétablir le tracé exact sous les dentelures, d'ailleurs toujours vite amorties.

3° La *self-induction* propre doit être assez faible pour ne pas altérer la loi de variation du courant mesuré. On verra plus loin comment on peut la compenser.

4° Les phénomènes d'*hystérésis* et les *courants de Foucault* dans l'appareil doivent être négligeables.

5° La *sensibilité* doit être suffisante, ce qui entraîne l'emploi de parties mobiles excessivement petites.

¹ Conditions générales que doivent remplir les instruments indicateurs ou enregistreurs (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 748; 1893).

² Oscillographes, nouveaux appareils pour l'étude des oscillations électriques lentes (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 502; 1893).

Les conditions 1°, 3° et 5°, plus ou moins opposées entre elles, sont les plus difficiles à concilier¹.

L'auteur a étudié et indiqué dès le début (1893) trois types satisfaisant, avec des sensibilités diverses, à ces conditions : l'oscillographe bifilaire, l'oscillographe à barreau mobile, et l'oscillographe

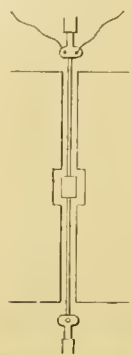


Fig. 1. — Schéma du premier oscillographe bifilaire de l'auteur, construit en 1893.

à plaque vibrante. Tous ceux qui ont été construits depuis rentrent dans ces types. Mais, dans ce qui suit, nous ne considérerons que deux catégories, car le nouveau type d'oscillographe à fer doux est une combinaison du barreau et de la

III. — OSCILLOGRAPHE BIFILAIRE.

C'était, en 1893, une forme complètement nouvelle de galvanomètre (fig. 1), dérivant indirectement d'un galvanomètre à cadre mobile. L'inertie du cadre et la sensibilité sont toutes deux proportionnelles au nombre de spires ; par conséquent, il n'y a pas d'in-

terêt à en avoir un nombre supérieur à deux ; l'auteur en a conclu que la plus simple des solutions consistait à supprimer le cadre et à le remplacer par un simple *bifilaire* formé de deux fils parallèles très rapprochés, traversés par le courant étudié et portant un miroir collé en leur milieu ; ce bifilaire était placé entre deux pôles d'électro-aimant allongés et aussi rapprochés que possible, comme le montre la figure 1, et donnant au champ magnétique la plus grande intensité possible.

Les grands avantages de ce dispositif sont la simplicité de la suspension, l'absence de toute vibration parasite, la très faible self-induction, et la grande intensité réalisable pour le champ magnétique, qui donne beaucoup de sensibilité. Les inconvénients sont la nécessité de ce champ puissant, la finesse des fils nécessaires et la difficulté de faire tenir le miroir sur le bifilaire d'une façon durable.

La fréquence ne dépassait pas, avec ce premier dispositif, 1.000 à 2.000.

Divers perfectionnements ont été apportés à l'os-

cillographe bifilaire dans ces dernières années. Les deux fils de cuivre furent remplacés, en 1897, par M. Duddell, par deux bandes de bronze phosphoreux fortement tendues, ce qui permit d'accroître le nombre de vibrations jusqu'à 10.000 en même temps que la sensibilité. L'auteur croit avoir résolu plus complètement ce problème par l'emploi raisonné de bandes d'aluminium de section convenable et l'application à l'électro-aimant inducteur de principes de construction rationnels, inspirés des études de Ewing et de Weiss. La sensibilité a été ainsi doublée ou triplée.

Les pôles coniques de Ewing sont utilisés en remplaçant l'isthme par de petites pièces polaires en biseau PP (fig. 2), entre lesquelles on a laissé un petit entrefer de 0^{mm},6 à 1 millimètre.

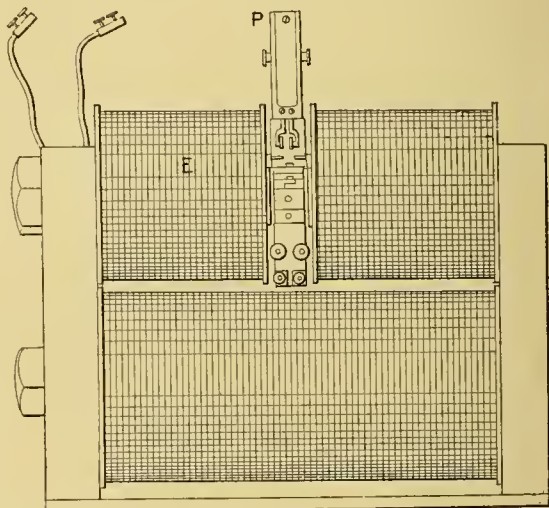


Fig. 3. — Oscillographe bifilaire double, modèle de 1900. — E, électro-aimant (type Weiss) ; P, pièce amovible dont le détail est fourni par la figure 4.

Les figures 3 et 4 indiquent en gros le mode de construction que j'avais adopté en 1899 pour un oscillographe double.

Dans cet appareil, il y avait deux entrefers semblables séparés par une petite pièce de fer, et chacun comprenait un bifilaire. L'ensemble n'occupait pas plus de 20 millimètres de largeur, et, grâce à la forme conique des pôles adjacents, le champ était très concentré et atteignait un maximum élevé dans les entrefers, même avec un électro-aimant de 30 kilos seulement, dont les diverses parties sont parfaitement proportionnées. Dans les derniers modèles (fig. 5), le montage et l'emploi de l'appareil sont grandement facilités par un dispositif nouveau adopté pour les bifilaires et les pièces polaires ; celles-ci forment, avec des entretoises en bronze qui en maintiennent l'écartement (avec lentille plan-convexe fixée sur le devant), des boîtes amovibles séparées qui contiennent toute la partie

¹ L'étude théorique plus détaillée de tous les oscillographes fera l'objet d'un Mémoire plus étendu dans la Revue « *Eclairage Electrique* ».

délicate de chaque oscillographe, et dans lesquelles on introduit par le haut de l'huile, et un chevalet à ressort portant un bifilaire. Chacun des bifilaires

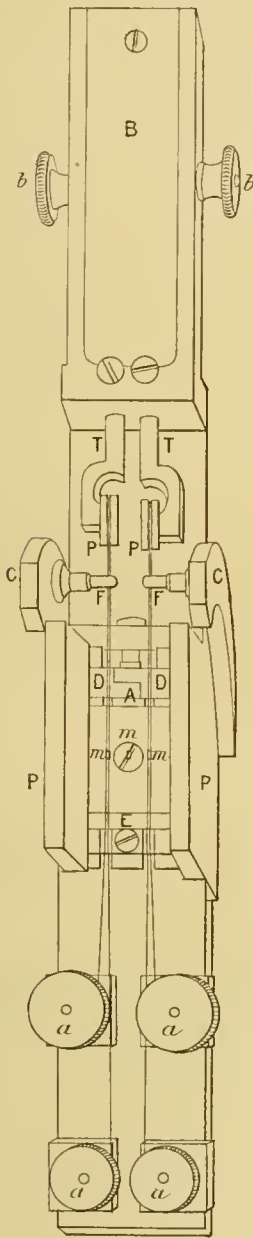


Fig. 4. — Partie principale de l'oscillographe bifilaire de 1900. — *a, a*, bornes-attaches des bandes; *P, P*, pièces polaires en fer, qui s'appuient contre les pôles libres de l'électro-aimant; *c, c*, crochets-supports; *F, F*, bifilaires, en bandes d'aluminium ou de bronze; *m, m*, miroirs collés à cheval sur les bandes, et miroir de repère collé sur une tête de vis; *E*, appui inférieur des bandes en ivoire; *D, D*, appuis supérieurs en ivoire; *A*, pivot commun des appuis supérieurs (deux vis placées derrière l'appareil permettent d'obliquer l'un ou l'autre de ces appuis en les faisant tourner autour du pivot central *A*); *p, p*, poulies tendeuses; *T, T*, tiges tendues par des ressorts spiraux contenus dans la boîte *B*; *b, b*, attaches mobiles des extrémités supérieures des ressorts tendeurs.

est ainsi tendu séparément sur un support d'ivoire suspendu, orientable par une vis tangente. Les

attaches des brins des bifilaires se font sur le chevalet, et communiquent par deux aiguilles avec des godets de mercure ménagés dans une plaque d'ébonite fixée en dessous de la boîte; leur tension est produite, pour chacun, à l'aide d'une petite poulie embrassée par le bifilaire au-dessus du chevalet. Chaque poulie est tendue individuellement par un ressort étalonné et réglable.

Le montage et le remplacement des bifilaires se font avec la plus grande facilité, grâce à des dispositifs étudiés en vue de rendre cette manœuvre commode. En outre, chaque appareil peut être muni de plusieurs chevalets interchangeables établis suivant des données différentes, ce qui permet d'utiliser l'instrument pour des applications variées exigeant plus ou moins de sensibilité, plus ou moins de lumière, etc.

Avec ces dispositions, des bifilaires très courts (10 à 15 millimètres) en aluminium, et des miroirs très petits collés à la gomme laque, on atteint des nombres de vibrations de 10.000 à 15.000 par seconde, et des sensibilités de 600 à 800 millimètres par ampère à 1 mètre de distance. On obtient ainsi de très bons appareils de laboratoire. Pour certains usages, on peut quintupler la sensibilité, en se contentant de 4.000 à 5.000 vibrations par seconde.

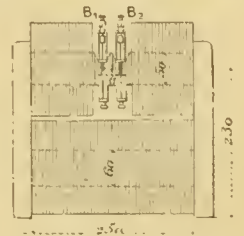


Fig. 5. — Schéma de l'oscillographe bifilaire double, nouveau modèle, muni de boîtes à huile distinctes, *B₁*, *B₂*.

L'équipage bifilaire de ces appareils peut être considéré (et c'est là son grand avantage) comme un appareil à vibrations tournantes, étant donné que les fils ou bandes sont très rapprochés et parfaitement solidarisés en leur milieu par le miroir, de manière que toute torsion de celui-ci imprime aux deux brins non seulement des déplacements transversaux, mais des torsions. Or on sait, d'après les travaux de Saint-Venant, que les vibrations tournantes d'une tige prismatique peuvent avoir une fréquence beaucoup plus élevée que ses vibrations transversales; sans qu'il soit nécessaire d'appliquer au bifilaire des tensions très grandes, on peut donc accroître la fréquence propre, en augmentant le nombre des vibrations tournantes des deux brins.

On démontre que le nombre de vibrations est la racine carrée de la somme des carrés du nombre des vibrations dues à l'élasticité de torsion et du nombre des vibrations transversales; on peut donc le faire varier dans certaines limites en tendant plus ou moins le ressort auquel est attachée la poulie égalisatrice. Pour réduire la période de vibration propre, sans accroître trop la tension par

unité de section $\frac{T}{\sigma}$, il convient d'employer des bandes assez épaisses relativement à leur largeur (l'idéal serait des fils carrés ou ronds très rap-

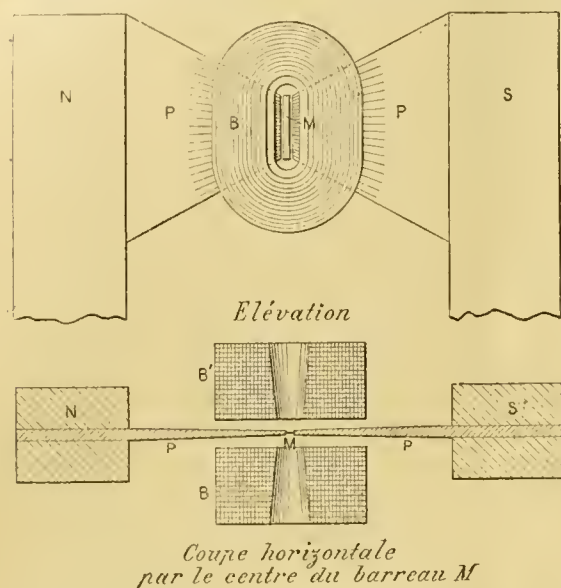


Fig. 6. — Schéma du premier oscillographe à fer doux de l'auteur, construit en 1893. — N, S, pôles d'un aimant ou électro-aimant; P, P, pièces polaires plates feuilletées, M, petit barreau mobile en fer doux, doublé d'un miroir et pivoté entre pointes, ou collé sur un fil métallique.

prochés), et de réduire au minimum le rapport $\frac{\omega}{E}$ du poids spécifique au coefficient d'élasticité par le choix convenable du métal. La discussion de la sensibilité, pour un nombre de vibrations donné, conduit aux mêmes desiderata.

L'auteur a pu, grâce au précieux concours de M. Charpentier-Page, fabricant de fils d'aluminium, satisfaire à ces conditions en employant des bitilaires d'aluminium très élastiques, en fils plats et ronds de très petites sections, qui donnent de très bons résultats, comme le montrent les chiffres cités plus haut. Le bronze phosphoreux ou siliceux donne aussi de suffisants résultats, et il est plus facile à préparer; pour les très grandes sensibilités (20 mm. par milliamp.), on préfère encore l'argent.

IV. — OSCILLOGRAPHE A FER DOUX.

Dans l'appareil primitif, dont la figure 6 donne le schéma, un très petit barreau de fer doux M, portant un miroir, était suspendu dans

un champ magnétique très intense, produit par un aimant ou mieux par un électro-aimant puissant NS; le courant à étudier passait dans deux bobines BB' placées de part et d'autre des pièces polaires PP (très aplaties pour laisser la place nécessaire), et produisait un champ oscillatoire perpendiculaire au champ directeur. Pour réduire le moment d'inertie, le barreau était plus haut que large. Pour éviter les courants de Foucault, les pièces polaires étaient faites en tôles assemblées, feuilletées horizontalement.

Par suite des attractions auxquelles le barreau mobile était soumis dans le champ intense, on était obligé de le maintenir mécaniquement par des pivots ou de le fixer à une petite bande métallique tendue verticalement; la fréquence était au début seulement de 1.000 à 1.500 périodes par seconde.

En 1897, l'auteur a présenté à l'Exposition de la Société de Physique un appareil de ce genre déjà plus perfectionné (fig. 7), construit avec le concours de MM. Jigouzo et Pellin, permettant la vision directe des courbes et donnant 5.000 à 6.000 vibrations propres par seconde, ce qui assurait une assez grande précision pour l'étude des courants industriels.

L'appareil était double, et donnait à la fois (ce qu'on n'avait pas réalisé encore à cette époque) les courbes de l'intensité de courant et de la différence de potentiel, dans leurs phases relatives, sur un même écran ou sur une même plaque photographique, qui recevait, en outre, une image de l'axe des temps, comme le montre la figure 9. Chacun

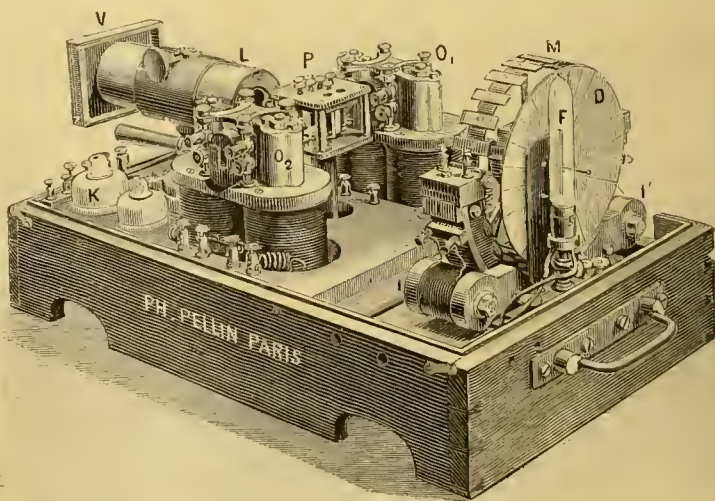


Fig. 7. — Grand oscillographe double à fer doux, modèle de 1897. — F, lampes à incandescence; P, disque tournant entraîné par le moteur synchrone M; O₁, O₂, oscillographes à électro-aimants; P, prismes pour envoyer les rayons lumineux incidents sur les miroirs des deux galvanomètres, et renvoyer les rayons réfléchis dans le tube L; V, écran d'observation des courbes.

des oscillographes était analogue à celui de la figure 6 et avait son champ produit par un électro-

aimant. Le barreau, réduit à 1 millimètre de largeur, était contenu avec ses pivots dans une petite boîte à huile fermée par une lentille (fig. 8).

Malgré les grands progrès réalisés, l'oscillographe à barreau mobile ne donnait que des fréquences encore trop faibles à mon gré, et l'emploi de pivots, malgré leur perfection, était sujet à quelques inconvénients.

En reprenant, pour les supprimer, le montage du barreau sur une bande métallique, j'ai été amené par une étude théorique à prendre comme barreau la bande elle-même, en la faisant en fer doux. La combinaison ainsi réalisée, qui m'a donné des résultats inespérés, peut être appelée : *oscillographe à bande vibrante*.

Ce nouveau dispositif consiste simplement dans l'emploi d'une bande plate très mince et très étroite (2/10 à 3/10 de millimètre de largeur sur quelques centièmes d'épaisseur), tendue verticalement dans le champ magnétique de la figure 2,

entre deux chevalets distants de 20 à 30 millimètres, et portant un très petit miroir en son milieu. Pour la commodité du montage et des réglages,

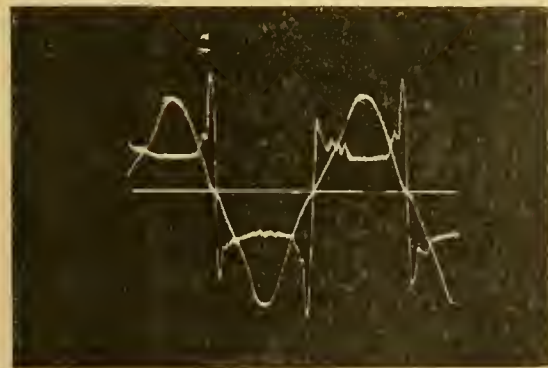


Fig. 9. — Fac-similé de courbes périodiques d'un arc alternatif (crayons homogènes, circuit inductif) obtenues par l'oscillographe double de 1897.

cette bande est renfermée dans une boîte à huile (fig. 10), munie d'une lentille, analogue à celle de la figure 8, mais plus compliquée, car elle est munie d'un tendeur, et susceptible d'orientation et de déplacement vertical; de cette manière, le fer doux n'a plus besoin de pivots ni de fil de suspension.

Chaque élément horizontal de la bande se comporte comme un petit aimant, et les déviations produites par l'effet des bobines se cumulent des extrémités au centre de la bande, ce qui augmente beaucoup la sensibilité; les déviations totales indiquées par le miroir sont proportionnelles au courant.

Grâce aux propriétés des vibrations tournantes, beaucoup plus rapides que les vibrations trans-

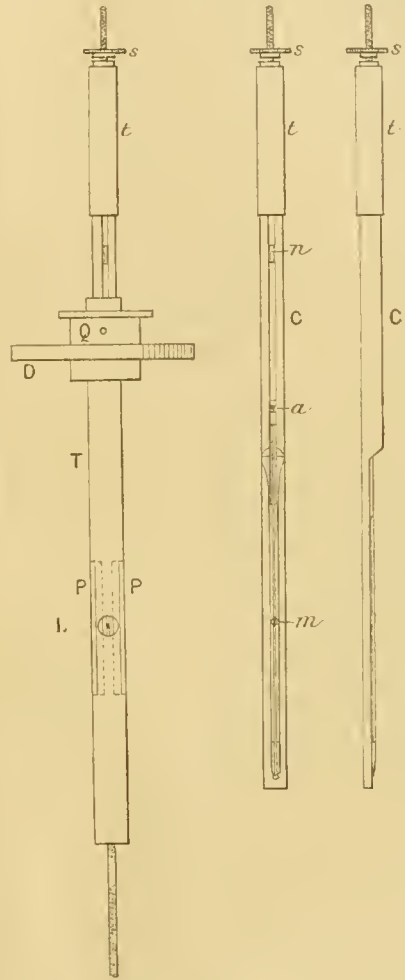


Fig. 10. — Boîte à huile du nouvel oscillographe à bande de fer vibrante. — T, tube à huile en ivoire; P, P, pièces de concentration du champ magnétique, incrustées dans l'ivoire ou fixées au support; en avant se trouve une fenêtre munie d'une lentille L, également incrustée dans la paroi; Q, anneau de cuivre muni d'une vis tangente D; C, détail du chevalet-support en ivoire contenu dans la boîte à huile; m, miroir collé sur la bande; a, attache de la bande à un petit chariot qui coulisse dans la rainure rectangulaire C; t, petit cylindre en cuivre, contenant un ressort spiral autour de la tige; s, bouton moleté servant d'écrou à la partie supérieure fileté de la tige a; en tournant ce bouton on tend plus ou moins le ressort qui soulève la tige, et, par suite, on tend plus ou moins la bande de fer doux fixée en a.

versales, cet équipage mobile tend à présenter une périodicité très élevée, qu'augmentent encore les influences de la tension et du champ magnétique.

On démontre, en effet, que le nombre de vibrations propres est la racine carrée de la somme des carrés des nombres de vibrations dues respectivement à l'élasticité de torsion, à la tension (nombre des vibrations transversales) et enfin au champ magnétique.

Les figures 11 et 12 représentent l'ensemble et les détails de construction d'un oscillographe double de ce système, qu'expliquent les légendes de ces figures.

L'auteur a pu obtenir depuis un an, par ce dispositif, avec l'habile et persévérant concours de son assistant M. Dobkévitich¹, aujourd'hui constructeur, des fréquences

propres de 40 à 50.000 périodes par seconde, avec une sensibilité convenable. Cette sensibilité peut être grandement accrue si l'on se contente de 10.000 à 20.000 périodes; elle atteint alors aisément 100 millimètres par ampère à 1 mètre, et même davantage, si le fer employé est très pur et bien recuit.

Il semble que ce procédé donne le maximum d'avantages dans l'emploi du fer doux, parce qu'il permet d'atteindre des intensités d'aimantation très élevées de la bande, même avec les champs relativement faibles produits par un aimant permanent. Ces champs suffisent pour donner, dans un oscillographe simple, 30.000 à 40.000 vibrations avec un aimant un peu fort, 20.000 à 25.000 avec un petit aimant de quelques kilogrammes.

Dans les oscillographes doubles, on réalise seulement 20 à 25.000. Grâce à sa minceur extrême, la bande atteint aisément la saturation.

L'utilité d'une aimantation saturée est très visible si l'on trace, pour un oscillographe à électro-aimant, des courbes du genre de celles de la figure 13, où l'on a porté en abscisses les ampères-tours magnétisants et en ordonnées les nombres de vibrations doubles par seconde et les sensibilités (en millimètres par ampère sur une échelle placée à 1 mètre de distance). On voit que la sensibilité va d'abord en croissant, grâce à l'aimantation croissante de la bande, puis qu'elle décroît,

à partir du moment où cette aimantation augmente moins vite que le champ; au contraire, le nombre de vibrations va toujours en croissant, d'abord très vite, puis plus lentement, par suite de la saturation de la bande et aussi de la saturation du noyau de l'électro-aimant. Il y a une très grande différence entre les résultats, suivant que

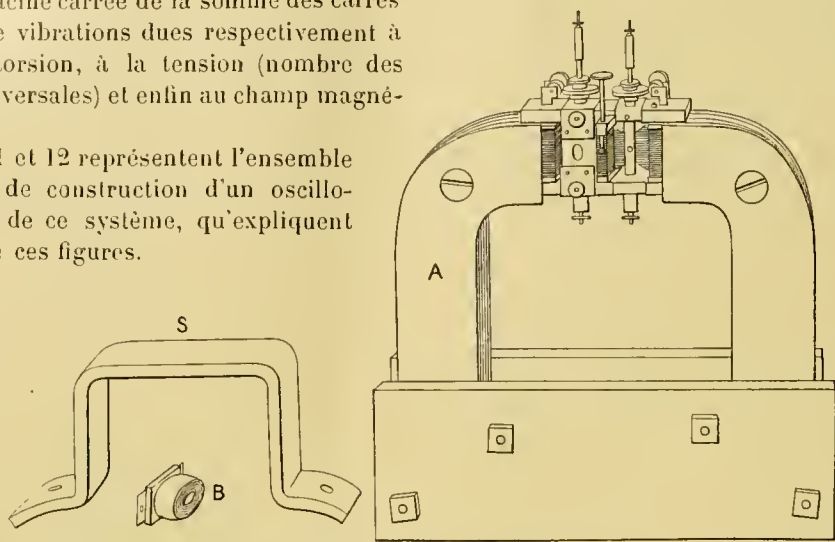


Fig. 11. — Vue générale de l'oscillographe double à bande de fer. — A, aimant carré; S, barre de fer qu'on peut placer à cheval sur les pôles de l'aimant pour former shunt magnétique, et réduire le champ magnétique et le nombre des vibrations propres; B, une des bobines, détachée du galvanomètre de droite.

le fer employé est plus ou moins parfaitement doux,

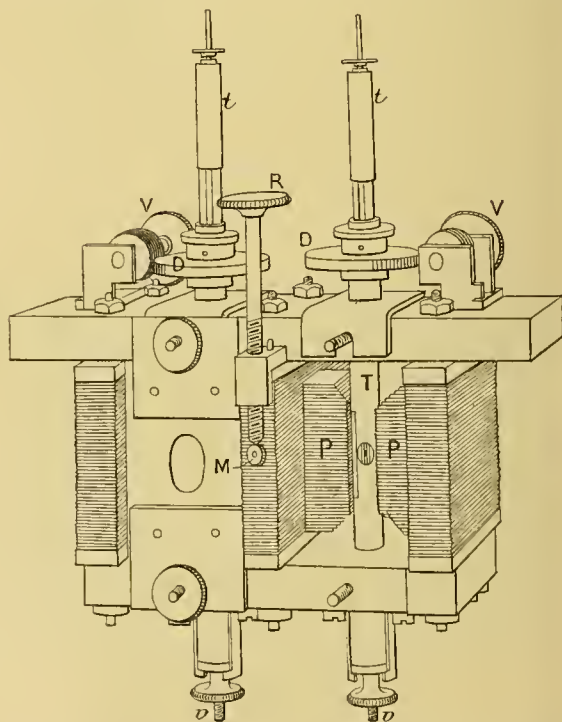


Fig. 12. — Detail de la figure 11. Vue des pièces rapportées entre les pôles de l'aimant. — P, P, pièces polaires feuilletées en tôle; T, tubes à huile contenant les équipages mobiles; v, v, vis-écrous moletés pour élever ou abaisser les tubes; V, vis sans fin attaquant les roues D pour orienter les tubes; M, miroir destiné à donner le trait de repère; R, bouton pour orienter ce miroir.

¹ L'auteur a été également assisté par MM. Duris, Tchernovitch et Farmer; les bandes ont été préparées par MM. Gaillé et Pellin. Les oscillographes sont aussi construits par M. Carpentier, en France, et M. Queen, aux États-Unis.

aussi bien pour le nombre de périodes que pour la sensibilité.

La sensibilité se règle d'ailleurs dans de larges limites en shuntant magnétiquement plus ou moins l'aimant par un cavalier de fer doux, qui permet d'obtenir toute une gamme de fréquences différentes.

Il va sans dire que, la bande étant très petite, il doit en être de même des miroirs ; ceux-ci ont pu, grâce aux efforts de MM. Pellin, Werlein et Dobkévitch, être réduits à 2/10 de millimètre de largeur sur 1/20 à 1/10 d'épaisseur et 3/10 de hauteur. Ils sont en verre ou en mica, argentés par le procédé Martin ou Foucault ; ils sont collés à la gomme laque sur les bandes avant le montage de celles-ci ; quant à ce montage, il se fait sur un petit chevalet d'ivoire qu'on introduit ensuite dans la boîte à huile. La bande est ainsi préservée de la rouille, et mise à l'abri de toute détérioration.

Grâce à ce dispositif des boîtes à huile, l'oscillographe à fer doux réalise le même avantage d'interchangeabilité que je me suis déjà efforcé d'obtenir pour l'appareil bifilaire. Avec une série de chevalets ou de boîtes à huile, on peut réaliser des fréquences et des sensibilités variées ; en employant, par exemple, des bandes plus larges avec de plus grands miroirs, on transforme l'appareil de laboratoire en appareil de démonstration pour projections ; celles-ci se font sur un écran blanc de 1 mètre carré environ, avec des bandes de 0,8 à 1 millimètre de largeur.

Enfin, grâce à l'emplacement très restreint occupé par les boîtes à huile et les bobines, qui ont moins de 30 millimètres de largeur, et aux faibles champs nécessaires, il est facile de loger côte à côte, dans un même circuit magnétique, deux et même trois oscillographes semblables et indépendants. Il suffit, pour éviter complètement toute influence réciproque, de les séparer, comme le montre la figure 12, par des cloisons de tôles feuilletées.

La convergence des images s'obtient par simple orientation des boîtes à huile, comme on le verra avec plus de détails dans le chapitre qui traite de l'observation et de l'enregistrement des courbes.

V. — MODE D'OBSERVATION ET D'ENREGISTREMENT DES COURBES.

Les oscillographes, ainsi que les autres appareils d'étude directe, donnent un spot lumineux dont les déviations sont proportionnelles à l'intensité ou à la tension du courant étudié ; pour transformer ces déviations en courbes, il faut imprimer en même temps au spot un déplacement qui leur soit perpendiculaire et proportionnel au temps. De nombreux dispositifs mécaniques ou optiques ont été imaginés dans ce but pour l'emploi des oscillographes ou des rhéographes : glace tombante, tambour tournant, miroir tournant, miroir oscillant, etc. Tous sont applicables aux oscillographes, mais l'auteur s'est attaché plus particulièrement à per-

mettre la vision continue des courbes à l'œil nu aussi bien que leur photographie.

Il a reconnu que le dispositif le plus satisfaisant pour obtenir ce résultat est celui du miroir oscillant, imaginé par M. Abraham en 1896. Les rayons lumineux provenant des oscillographes sont réfléchis environ à 45° sur un miroir mobile autour d'un axe parallèle au plan des déviations de ces rayons. Le mouvement oscillant est produit par

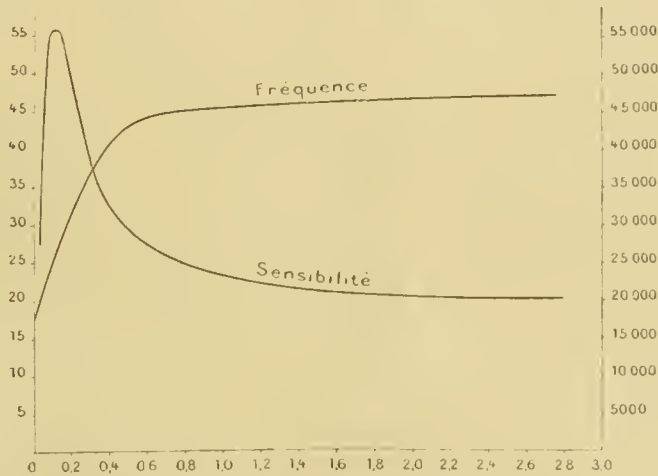


Fig. 13. — Spécimen d'une courbe de relation entre les intensités du champ magnétique, la sensibilité et la fréquence. — Abscisses : courants d'excitation du champ (électro-aimant) en ampères ; ordonnées de droite : nombres de vibrations doubles par seconde ; ordonnées de gauche : déviations à 1 mètre en millimètres par ampère (avec de très petites bobines de 6 ohms de résistance).

une came qui donne un mouvement d'aller lent, proportionnel au temps, puis un mouvement de retour brusque aidé par un ressort. Le mouvement de la came est entretenu soit par un pendule, soit préférentiellement par un moteur synchrone.

L'auteur a réalisé pour cette application un petit moteur synchrone à 6 pôles, extrêmement simple, sans frotteur ni balais¹, qu'on voit à droite de la figure 16. L'induit est fixe, l'inducteur est un aimant tournant dont l'axe porte la came et une vis sans fin que commande une petite manivelle. Il suffit de donner à la main quelques tours de cette manivelle, pour lancer le moteur à sa vitesse, et le synchroniser. La came perpendiculaire à

¹ Le principe nouveau de cette construction de moteur est le suivant : un induit fixe, ayant un nombre de pôles multiple impair de 6, présente deux pôles opposés diamétralement de signe contraire, qui peuvent exercer des actions concordantes sur les deux pôles d'un aimant inducteur formé d'un simple fer à cheval.

l'arbre porte un canal creux, tracé suivant un profil calculé pour assurer le mouvement uniforme de l'image sur l'écran E, et dans lequel est guidé un

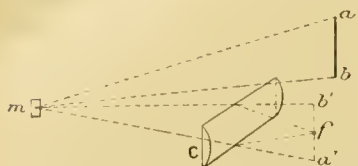


Fig. 14. — Schéma de l'artifice optique de Boys. — *ab*, fente lumineuse verticale; *m*, petit miroir d'oscillographe; *c*, lentille cylindrique à génératrices horizontales; *a'b'*, image théorique de la fente *ab*; *f*, point suivant lequel cette image est concentrée par la lentille C.

Pendant la période de retour du miroir en arrière, les rayons lumi-

galet d'acier ou d'agate fixé à l'extrémité d'un levier passant par l'axe du miroir. Cet axe est défini par deux pointes d'acier fixées à une plaque d'aluminium sur laquelle est collé le miroir.

déviations dans le sens horizontal; la source de lumière est une fente verticale éclairée par le projecteur¹ et dont les miroirs plans des oscillographes, précédés d'une lentille plan convexe sphérique, donnent en S des images conjuguées: la lentille C réduit chacune de ces droites lumineuses à un point rectangulaire ayant pour hauteur celle du miroir correspondant réduite dans le rapport des distances $\frac{Cl'}{Cm}$; l'éclairement de l'image se trouve

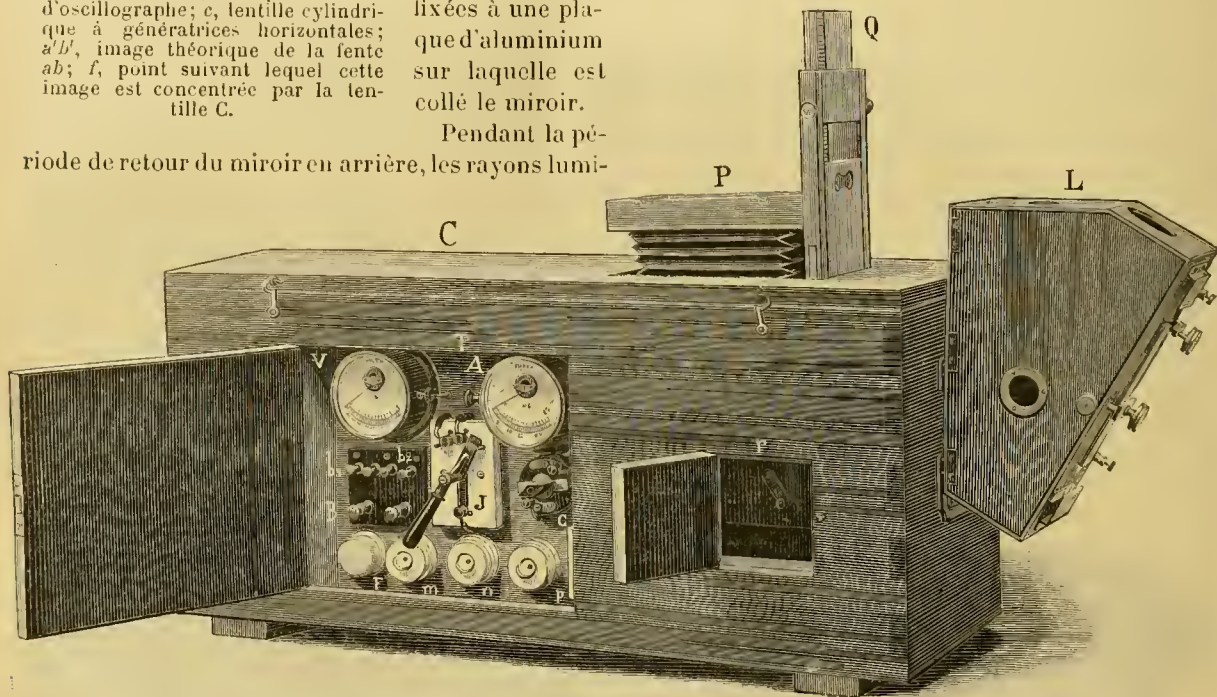


Fig. 15. — Vue d'ensemble extérieure de l'oscillographe « Kodak » double. — C, couvercle de la caisse, auquel est fixée la chambre noire à soufflet P, dont la queue peut se rabattre dans le plan du couvercle; L, lampe à arc; *r*, ouverture pour la mise en marche du synchronoscope; T, tableau de distribution, contenu dans un placard; V, voltmètre; A, ampère-mètre; B, bornes, et J, commutateur du courant principal, passant par l'ampèregraphe; C, commutateur pour mise en court-circuit de l'ampère-mètre; *b*₁, bornes du circuit voltgraphe; *b*₂, bornes du circuit du synchronoscope; F, fusibles du circuit voltgraphe et du synchronoscope; *m*, *n*, *p*, interrupteurs des circuits du voltgraphe, du voltmètre et du synchronoscope.

neux provenant du projecteur sont obturés par un petit quart du disque D commandé par le moteur.

Dans sa position moyenne, le miroir est environ à 45° sur l'horizontale, de façon à renvoyer verticalement sur son écran horizontal les rayons qu'il reçoit des oscillographes. Devant ce miroir, du côté des oscillographes, est placée une lentille de concentration à courbure cylindrique.

Le professeur Boys a eu, en effet, l'ingénieuse idée, pour diminuer la surface du miroir des oscillographes, de concentrer verticalement les rayons qui en proviennent par une lentille cylindrique à axe horizontal C (fig. 14) qui permet leur libre

accru en raison inverse de sa hauteur, de sorte que l'expression de *e* est :

$$e = \frac{(1-a)(1-a')lMl}{l'} \times \beta,$$

en appelant : *l* et *l'* les distances du point image respectivement au miroir de l'oscillographe et à l'axe optique de la lentille cylindrique, *l* la hauteur de

¹ En réalité, les faisceaux étant très étroits, le diaphragme du projecteur porte non pas une seule fente, mais plusieurs très voisines, éclairant respectivement chacun des oscillographes et le petit miroir fixe servant à produire l'axe de repère; la lumière de ce dernier peut être affaiblie comme on veut à l'aide d'un verre jaune collé sur la fente correspondante, pour rendre le trait plus fin.

l'image $a' b'$ de la fente, et b la largeur du miroir, a le coefficient d'absorption total des rayons dans leur trajet à travers le projecteur et l'oscillographe; s la surface éclairée du miroir; i l'éclat intrinsèque du cratère de l'arc; β le coefficient de diffusion du verre dépoli (qu'on peut remplacer par l'unité, si l'on veut regarder directement les images aériennes à l'aide d'un oculaire micrométrique); a' le coefficient d'absorption de la lentille cylindrique.

On conçoit combien est précieux ce moyen, qui

mais un déplacement vertical par vis de rappel, comme on le verra à propos des réglages optiques des appareils.

Des miroirs très petits, comme ceux dont on a donné plus haut les dimensions, suffisent pour donner un éclairage satisfaisant avec une lampe à arc; mais il ne faut pas exagérer leur étroitesse si l'on veut éviter les effets de la diffraction, qui rend les images beaucoup moins nettes, quand l'on descend au-dessous de $0,5^{\text{mm}}$ de largeur.

Le dispositif qu'on vient de décrire permet la

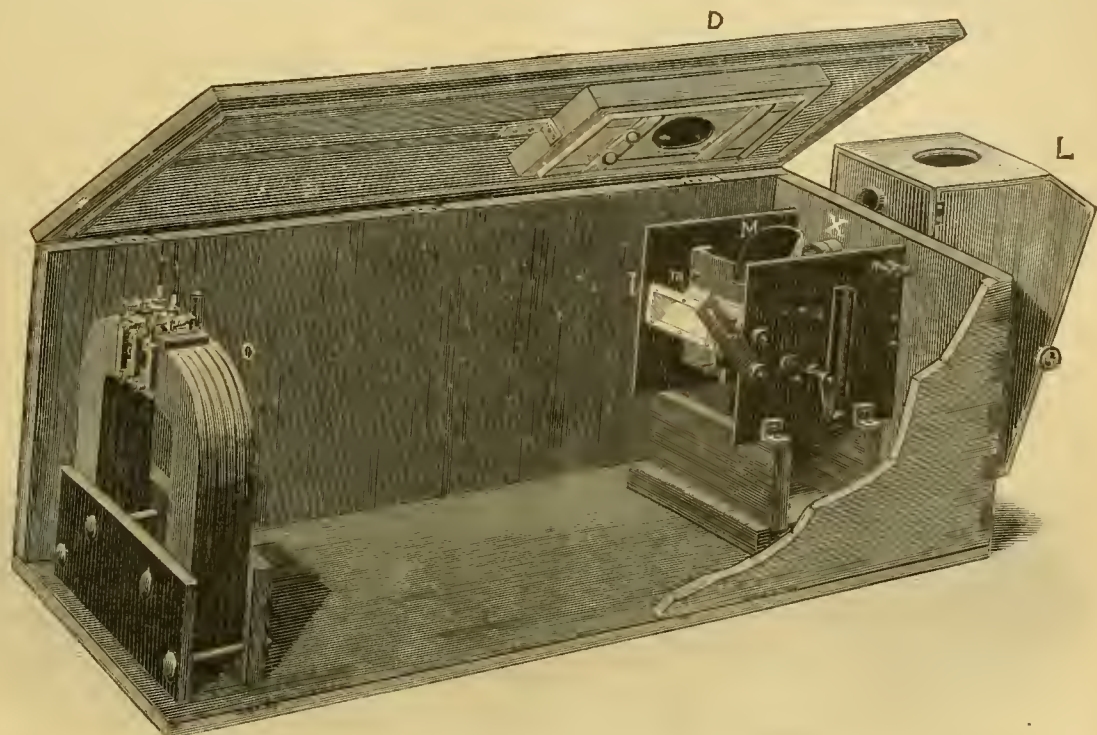


Fig. 16. — Vue intérieure du même appareil « Kodak » double. — O, aimant à lames, portant à sa partie supérieure les deux oscillographes jumeaux; D, chambre noire à soufflet; L, lentille cylindrique; m, miroir oscillant du synchronoscope; M, disque obturateur monté sur l'arbre et tournant devant l'objectif; X, objectif à lentille cylindrique fixé dans la paroi de la caisse et muni d'un diaphragme à trois fentes éclairant respectivement les miroirs des deux équipages mobiles et le miroir de repère.

permet d'augmenter l'éclat, non par la dimension du miroir mobile, mais par celle d'une simple fente fixe; il résout complètement la question de l'éclairage des oscillographes, quelque petite que soit leur partie vibrante. En outre, il suffit que les miroirs de plusieurs équipages voisins employés simultanément soient placés sur une même horizontale, pour que leurs images, fournies par la lentille C à génératrices horizontales, soient également toutes sur une même horizontale, alors même que ces miroirs ne seraient pas bien verticaux.

Pour tirer partie de cette dernière propriété, j'ai donné aux boîtes à huile des oscillographes à fer doux non seulement un mouvement d'orientation,

vision permanente des courbes sur l'écran avec une très grande fixité, grâce à la puissance et à l'amortissement du couple du moteur synchrone; on peut les suivre avec un crayon sur le verre dépoli.

Le secteur tournant sert encore à un autre usage, très utile pour la vérification de la fréquence et de l'amortissement des oscillations propres des oscillographes, comme on l'expliquera plus loin (p. 627).

Pour l'étude des phénomènes non périodiques, le moteur synchrone du synchronoscope doit être remplacé par un simple moteur à courant continu en conservant la commande par came dans le cas ordinaire; pour les phénomènes très rapides, on peut supprimer la came et placer le miroir sur

l'arbre même du moteur. On peut également, à l'aide d'un châssis enregistreur à déroulement de pellicules photographiques récemment imaginé, inscrire un grand nombre de périodes consécutives, ce qui est utile pour l'étude de certains phénomènes.

VI. — CAISSES « KODAK » POUR L'EMPLOI DES OSCILLOGRAPHES.

Pour éviter toutes les complications d'un montage lors de chaque expérience, et rendre l'appareil portatif, tous les organes en sont réunis et fixés invariablement dans une solide caisse en bois de 0^m70 à 0^m80 de longueur (fig. 15 et 16). Cette caisse, à laquelle on donne le nom de « Kodak », par analogie avec les appareils photographiques de Eastman, forme chambre noire. A l'une de ses extrémités est placé l'oscillographe, à l'autre le synchronoscope (c'est-à-dire l'ensemble du miroir oscillant, de la lentille et du moteur synchrone) et au-dessus, dans la paroi, l'objectif de projection cylindrique, avec diaphragme percé d'une ou plusieurs fentes verticales destinées à

éclairer le ou les équipages mobiles et le miroir de repère. La figure 17 indique schématiquement la marche des rayons lumineux dans cet appareil.

De petites portes latérales permettent de régler l'oscillographe, et de mettre en marche le moteur.

En outre, la caisse porte un couvercle amovible qui permet de découvrir tout l'appareil. C'est sur ce couvercle qu'est fixé le châssis qui reçoit l'écran en verre dépoli pour voir et tracer les courbes; cet écran peut être remplacé par un châssis photographique. Un soufflet de chambre noire est ajouté quand on le juge nécessaire, pour changer la dis-

tance focale. (Ce changement s'obtient très simplement en inclinant la lentille autour de sa génératrice moyenne.)

Comme source de lumière, on emploie le plus simplement une lampe à incandescence placée au foyer de la lentille de projection, ou une flamme d'acétylène. Dans ces conditions, on peut photographier avec quelques secondes de pose des courbes moyennes, en employant des lampes à incandescence spéciales très poussées.

Il convient de remarquer qu'en éclairant l'oscillographe à fer doux par incandescence, on n'a plus besoin d'aucun courant continu, condition extrêmement importante pour relever des courbes sur les secteurs ou dans les usines à courants

alternatifs. La superposition de plusieurs courbes est sans inconvénient sérieux dans ces applications.

Pour les projections et pour les photographies instantanées, on emploie l'arc électrique; un modèle de lampe à arc à main, étudié dans ce but par l'auteur et construit par M. Vassia, s'accroche contre la paroi de la caisse dans une position invariable, et se manœuvre très facilement.

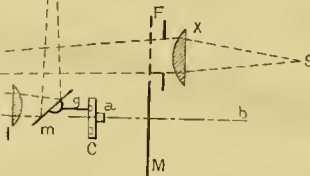


Fig. 17.

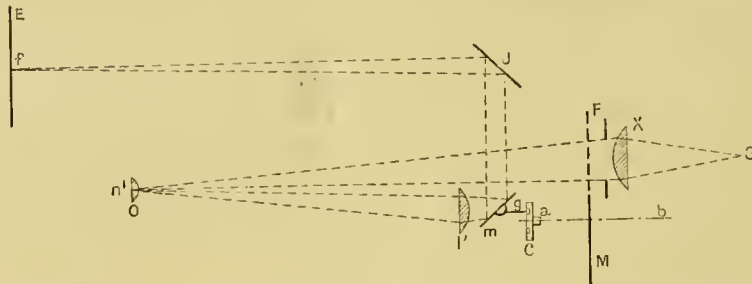


Fig. 18.

Fig. 17 et 18. — Schémas de la marche des rayons lumineux dans l'oscillographe « Kodak », soit pour le tracé et la photographie des courbes (fig. 17), soit pour leur projection dans un cours (fig. 18). — S, source de lumière (arc électrique); X, objectif ou condenseur, à lentille cylindrique horizontale; F, diaphragme percé de fentes verticales éclairant chaque petit miroir n; N, miroir plan d'un équipage mobile; O, petite lentille plan-convexe de la boîte à huile; L, lentille cylindrique horizontale pour la concentration des rayons réfléchis; m, miroir oscillant à axe horizontal (perpendiculaire au tableau) commandé par un levier g; ab, arbre moteur; C, came calée sur cet arbre et agissant sur l'extrémité du levier g, et calculée de façon à ce que le déplacement du point lumineux f sur l'écran P soit proportionnel au temps; M, disque calé sur l'arbre ab, et échancré de façon à n'obturer les rayons que pendant le retour du point f; J, miroir qui remplace la chambre noire pour les projections; P, lentille cylindrique à long foyer; E, écran de projection.

Pour les photographies posées, qui suffisent pour l'étude des phénomènes alternatifs réguliers¹, on se contente de remplacer le verre dépoli par une glace sensible, et de découvrir l'objectif du projecteur, pendant un temps qui varie d'une seconde pour l'éclairage par arc, à une demi-minute pour l'éclairage par incandescence.

Pour faire la photographie instantanée, par l'arc, de phénomènes très changeants tels que l'arc

¹ Il ne se produit de flottement des courbes que si les machines génératrices des courants alternatifs étudiés sont commandées par des moteurs à vitesse très irrégulière.

électrique, on adapte à l'objectif un obturateur instantané à déclenchement électrique imaginé dans ce but; ce déclenchement est produit par un électro-aimant, qui reçoit un courant dérivé aux bornes des charbons du projecteur, par un circuit que ferme successivement un bouton pressé par l'opérateur et deux balais frottant sur un secteur métallique isolé, calé sur l'arbre tournant du moteur synchrone; l'angle de calage de ce secteur est déterminé par tâtonnement, de façon que l'objectif se découvre un peu avant que l'image soit projetée sur la glace par le miroir oscillant.

Enfin, pour faciliter l'emploi de l'appareil, on ajoute un petit tableau de distribution, dans un placard latéral, qui s'ouvre en dehors. Ce tableau contient : ampère-mètre, voltmètre, interrupteurs, fusibles et bornes d'attache des conducteurs; de sorte qu'il n'y a jamais aucun montage de fils à faire. Dans le même but, les rhéostats ou shunts, nécessaires avec les oscillographes employés comme voltmètre ou comme ampère-mètre, peuvent être eux-mêmes installés à poste fixe dans la boîte.

L'ensemble est, ainsi, portable et indérégable.

Un appareil ordinaire se transforme en *appareil à projections* en recevant les rayons provenant du synchronoscope, non pas sur un châssis, mais sur un miroir à 45°, qu'on adapte au-dessus de l'appareil au lieu du couvercle et qui renvoie les faisceaux lumineux horizontalement sur un écran blanc de 1 mètre carré environ, placé à 3 ou 4 mètres de distance (fig. 18). En même temps, on remplace la lentille du synchronoscope par une autre de plus long foyer, et les équipages mobiles par d'autres formés de bandes plus larges et portant des miroirs de 1 millimètre de largeur.

On accroit ainsi l'éclaircissement des points lumineux et l'amplitude des déviations au détriment de la fréquence, qui s'abaisse à 4 ou 5.000, valeur très suffisante pour les démonstrations publiques. Tous ces changements se font presque instantanément.

Les oscillographes bifilaires peuvent être transformés de même, en quelques minutes, grâce à la facilité qu'on a de remplacer leurs chevalets intérieurs par d'autres portant des bifilaires plus larges.

Cette qualité précieuse d'interchangeabilité de ces appareils permet d'avoir tout prêts, dans un écrin, des équipages de fréquence ou de sensibilité variées ou des rechanges en cas d'accident; les seules parties délicates des appareils peuvent être ainsi réparées aisément et à loisir, ou plus simplement envoyées par la poste au constructeur qui les retourne remises en état de fonctionnement. Ainsi se trouve écartée toute difficulté d'emploi pour les opérateurs les moins expérimentés.

Moyennant quelques précautions spéciales, les

oscillographes s'emploient, si on veut, directement sur les réseaux à *haute tension*. A cet effet, on blinde les parois de la caisse avoisinant l'oscillographe proprement dit de plaques d'ébonite qui l'isolent complètement, et l'on amène les conducteurs par des tubes d'ébonite; en outre, on s'arrange de façon à donner une borne commune au voltmètre et à l'ampèregraphe, de façon qu'il ne s'établisse entre eux que de très faibles différences de potentiel; les rhéostats sont placés en dehors de la caisse. Ce dispositif présente des avantages évidents.

VII. — COMPARAISON ET CHOIX ENTRE LES DIVERS TYPES.

L'oscillographie à fer doux est, grâce à sa construction robuste, l'instrument normal qu'il convient d'employer dans les usages industriels. Les perfectionnements récents ont permis de lui donner des qualités exceptionnelles de précision et de sensibilité qu'on n'avait pu obtenir jusqu'ici. Il n'exige que peu de précautions et peut être mis entre des mains peu exercées.

Dans les laboratoires aussi, il peut être employé avantageusement dans toutes les recherches où l'on n'a pas à analyser de courants inférieurs à 1/10 d'ampère et où l'on ne craint pas, dans les circuits de voltmètre, la présence d'un peu de self-induction provenant des bobines de l'oscillographe. Celle-ci peut être d'ailleurs compensée presque complètement, comme on le verra ci-dessous, par l'addition d'un condensateur de capacité appropriée.

Cet oscillographe présente l'avantage d'une fréquence d'oscillation propre extrêmement élevée, qui assure l'inscription exacte de phénomènes électriques oscillatoires atteignant jusqu'à 1.000 oscillations par seconde, et qui, pour les courants alternatifs ordinaires, dispense de tout réglage précis de l'amortissement.

Le type bifilaire présente de plus grandes sensibilités, tout en réalisant des fréquences de plus de 10.000 périodes complètes par seconde. Il convient aux recherches de laboratoire, pour lesquelles on désire éviter toute self-induction ou étudier des courants d'intensité inférieure à 1/10 d'ampère.

Mais il exige un électro-aimant puissant, qui rend l'appareil beaucoup moins portable que le précédent. Il est aussi plus délicat de construction et d'emploi; on a à craindre de brûler le bifilaire par un court-circuit. Il doit être enfin entretenu à une température constante, malgré l'échauffement des bandes produit par le courant, sous peine de voir varier le coefficient d'élasticité des bandes, et par suite la constante de l'appareil.

L'oscillographe bifilaire doit donc être réservé

aux travaux de laboratoire spéciaux dont on vient de parler, et aux opérateurs exercés.

En outre, il ne peut être employé que si l'on a du courant continu à sa disposition.

Comme on l'a dit, dans chacune des deux catégories précédentes, les oscillographes sont construits à volonté : simples, doubles ou triples.

Les oscillographes simples, ne comprenant qu'un seul équipage mobile, peuvent cependant enregistrer à volonté un courant ou une force électromotrice; il suffit de munir les oscillographes à fer doux de deux paires de bobines interchangeable, les unes à fil fin, les autres à gros fil. Quant à l'oscillographe bifilaire, toujours à fil fin, il joue le rôle de voltmètre ou d'ampèremètre, suivant qu'on le monte en série avec une grande résistance ou en dérivation sur une faible résistance. Le type simple, suffisant pour des études d'ateliers, doit être remplacé par le type double quand on veut inscrire à la fois, et non successivement, la tension et le courant pour en mesurer le décalage; c'est le cas ordinaire de la pratique.

Les oscillographes triples trouvent enfin leur application spéciale dans les recherches de laboratoire, quand on veut inscrire à la fois le courant consommé, la tension aux bornes et une autre variable corrélative, telle que la force électromotrice produisant le courant, ou les variations d'un courant soumis à des réactions, etc.

VIII. — LIMITE D'EMPLOI DES OSCILLOGRAPHES.

Les oscillographes sont plus simples que toutes les autres méthodes et se prêtent à une inscription facile des courbes avec une précision bien plus grande. Leur emploi n'est limité que par la rapidité des variations du courant. Il ne faut guère dépasser des fréquences supérieures au 1/30 de leur fréquence propre. Leur exactitude dépend de l'inertie, de l'amortissement et de la self-induction. En ce qui concerne les deux premiers facteurs, il suffit de savoir qu'avec l'amortissement critique, la précision, dans le cas usuel le plus défavorable (inscription de rectangles), est sensiblement égale au rapport de la période de

l'instrument à celle du courant alternatif étudié.

Par exemple, avec la fréquence 25.000, on peut étudier avec une précision de 1 % ainsi définie des courants alternatifs de 250 périodes, sauf la correction de la self-induction, dont on va parler.

La self-induction de l'instrument L est pratiquement négligeable avec les oscillographes bifilaires et avec les oscillographes à fer doux à gros fil, jouant le rôle d'ampères-mètres; elle n'entre en ligne de compte que dans les oscillographes-voltmètres à fer doux. Or, il est facile de voir qu'elle équivaut alors à un simple accroissement d'amortissement. En effet, l'équation du galvanomètre-voltgraphe peut s'écrire sensiblement (au deuxième ordre près) :

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(A + \frac{CL}{R + R'} \right) \frac{d\theta}{dt} + C\theta = \frac{GU}{R + R'}$$

K, A, C conservant les mêmes significations que plus haut, et U, R et R' désignant respectivement la tension aux bornes, la résistance du voltgraphe et la résistance supplémentaire du circuit en série avec lui. On peut donc toujours compenser pratiquement la self-induction en réduisant l'amortissement, ou inversement se servir de cette self-induction pour aider à l'amortissement s'il est insuffisant¹.

Il existe, du reste, un autre procédé très simple pour compenser la self-induction et même l'amortissement; il suffit de shunter la résistance morte R' par un condensateur réglable, dont nous appellerons c la capacité. On démontre, en effet, que l'on a alors, encore au deuxième ordre près, sensiblement :

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left[A + \frac{CL}{R + R'} - CcR' \right] \frac{d\theta}{dt} + C\theta = \frac{G}{R + R'} U.$$

On peut donc toujours annuler les deux derniers termes de la parenthèse, ou même la parenthèse tout entière, par un choix expérimental convenable de la capacité. Il va sans dire qu'il faut, pour que celle-ci soit bien définie, employer de préférence

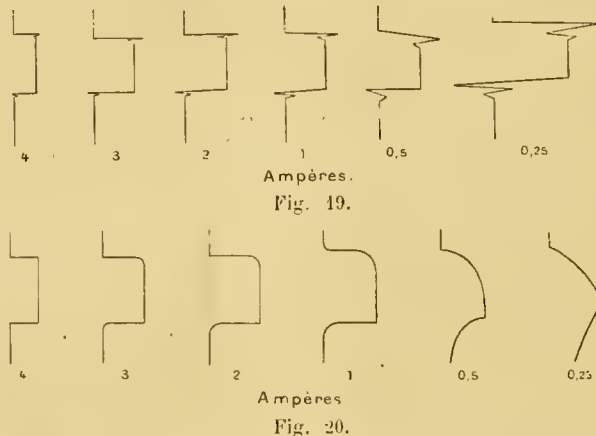


Fig. 19 et 20. — Influence de la variation du champ directeur (champ produit par un électro-aimant) sur la précision des oscillographes, déterminée par l'inscription d'une courbe d'établissement et de rupture d'un courant constant. — Les excitations sont indiquées en ampères; la figure 19 se rapporte à un amortissement trop faible (huile de vaseline), et la figure 20 à un amortissement trop fort (huile de ricin).

¹ J'ai indiqué d'ailleurs antérieurement (*Lumière Électrique*, 1894) comment on peut toujours d'une courbe, faussée par l'amortissement, l'inertie ou la self-induction, déduire la courbe rigoureuse à l'aide d'une correction par points peu compliquée.

des condensateurs à mica ou à huile de ricin.

Mais, en fait, l'amortissement et la self-induction, dans leurs limites ordinaires, laissent une précision suffisante pour que l'artifice du condensateur soit inutile, dans la pratique courante, la capacité propre des bobines étant suffisante.

étudier. La courbe exacte doit être formée d'une série de rectangles parfaits. On peut encore simplifier l'essai en étudiant simplement la *courbe d'établissement* d'un courant continu périodiquement interrompu (la courbe de rupture ne peut être employée, parce que la rupture est plus ou

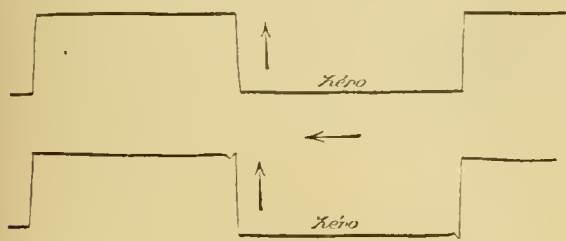


Fig. 21, 22.



Fig. 26.

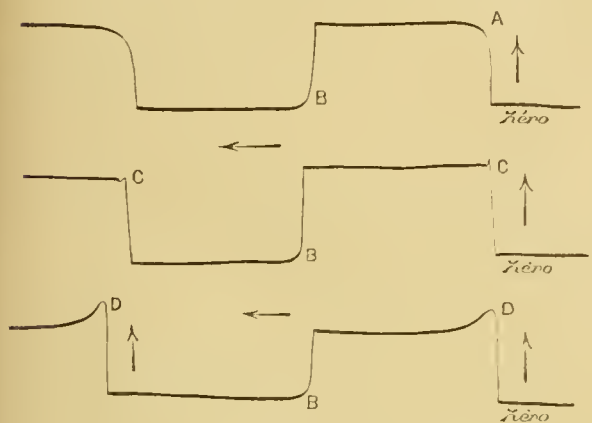


Fig. 23, 24, 25.

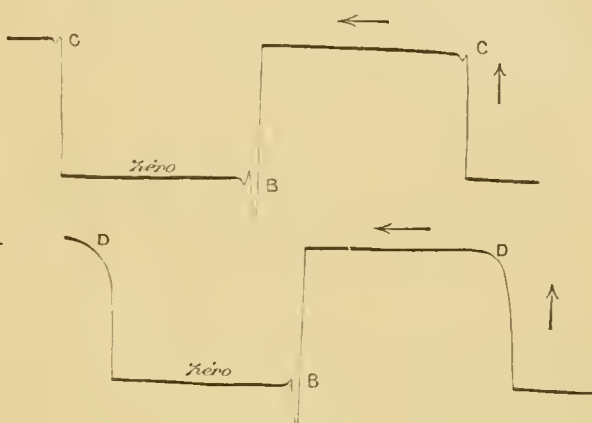


Fig. 27, 28.

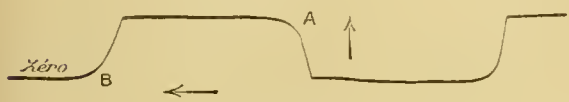


Fig. 29.

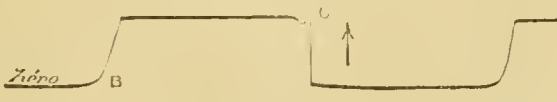


Fig. 30.

Fig. 21 à 30. — Courbes de rupture et d'établissement du courant appliquées à la vérification de la précision des oscillographes.

Fig. 21 et 22. — Oscillographe à bande, réglé à 12.000 périodes, sous 110 volts, amortissement par l'huile de cèdre, rigoureusement aperiodique à 16° (fig. 21), et un peu plus faible (fig. 22) sous l'influence d'une température plus élevée.

Fig. 23, 24, 25. — Le même oscillographe, amorti à l'excès par l'huile de ricin. — A et B, angles d'établissement, puis de rupture arrondis par l'effet d'amortissement exagéré; C, angle d'établissement rectifié par l'addition d'une faible capacité en dérivation sur la résistance ajoutée en série avec l'oscillographe; D, le même angle déformé par exagération de la capacité additionnelle.

Fig. 26, 27, 28. — Le même oscillographe, avec amortissement un peu trop faible produit par l'huile de vaseline. — A et B, angles d'établissement et de rupture laissant apparaître les oscillations propres insuffisamment amorties; C, angle d'établissement rectifié par addition d'une self-inductance en série; D, le même angle arrondi par l'addition d'une self-inductance exagérée.

Fig. 29 et 30. — Le même oscillographe, amorti à l'huile de ricin, sous 6 volts seulement. — L'insuffisance de la résistance en circuit laisse apparaître en A et B un coude très arrondi à l'établissement et à la rupture par suite d'un excès d'amortissement et de la self-inductance propre de l'appareil, qui devient sensible (comparer à la figure 23); en C, l'angle d'établissement est rectifié par addition de capacité en dérivation.

IX. — VÉRIFICATIONS EXPÉRIMENTALES DES CONDITIONS DE PRÉCISION DES OSCILLOGRAPHES.

Il existe un moyen simple de vérifier les conditions de précision d'un oscillographe; il suffit de lui faire inscrire une courbe de courants continus inversés périodiquement avec une fréquence comparable à celle des courants alternatifs qu'on veut

moins altérée par l'étincelle et d'autres effets); cette vérification se fait, pour l'oscillographe-voltmètre, en faisant passer le courant qu'on y envoie par le secteur tournant calé sur l'arbre du moteur. Les figures 19 à 30, qui montrent des résultats variés ainsi obtenus, font aisément comprendre cette méthode, en même temps qu'elles confirment les indications théoriques qui précèdent.

Les figures 19 et 20 montrent l'influence de la fréquence propre et de l'amortissement (elles ont été relevées sur l'oscillographe de 1897); 21, 22 montrent ce qu'on réalise avec un oscillographe bien réglé; 23, 24, 25 montrent les effets d'un amortissement exagéré; 26, 27, 28 celui d'un amortissement trop faible; ces diverses courbes font ressortir, en outre, les effets de compensation de la capacité ou de la self-induction.

Les figures 29 et 30, qui se rapportent au cas le plus défavorable (faible voltage, excès d'amortissement), sont les seules où la self-inductance de l'appareil lui-même se fasse sentir, lorsqu'on le branche directement sur un réseau à 6 volts seulement sans ajouter aucune résistance en série avec celle des bobines, qui n'est que de 28 ohms en série; la constante de temps de l'instrument est alors notable, et l'amortissement l'exagère encore¹; l'addition d'une capacité aux bornes ne

suffit pas à compenser cet excès. Mais toutes les fois qu'il s'agit d'un phénomène continu, on n'aura qu'à employer, en outre, un amortissement systématiquement plus faible, au lieu de l'amortissement exagéré, pour ramener le coude d'établissement à la forme sensiblement rectangulaire.

Il est remarquable que l'appareil puisse être employé industriellement jusqu'à d'aussi bas voltages; dans les études de laboratoire, au-dessous de vingt-cinq volts, on préférera l'oscillographe bifilaire dont la constante de temps est toujours négligeable.

Dans un second article, nous indiquerons les applications des oscillographes à l'étude des arcs électriques.

André Blondel,

Professeur d'Électricité appliquée
à l'École des Ponts et Chaussées.

LES ANALOGIES MATHÉMATIQUES ET LA PHILOSOPHIE NATURELLE

Il arrive souvent que des phénomènes d'ordres différents, de natures concrètes bien distinctes, présentent, au point de vue des relations des éléments qui les caractérisent et des lois mathématiques qui les régissent, des ressemblances frappantes. Des éléments, ayant des significations concrètes tout à fait distinctes dans deux phénomènes distincts, jouent souvent des rôles semblables, et cette ressemblance des rôles conduit d'une manière naturelle à une ressemblance des relations. Les *analogies mathématiques* qui en résultent entre de tels phénomènes sont souvent si complètes que tout résultat obtenu dans l'étude d'un de ces phénomènes peut être immédiatement transporté, avec sa traduction spéciale, dans le second, en substituant aux conceptions particulières, rencontrées dans la théorie du premier phénomène, leurs conceptions correspondantes dans le second. La Nature semble, diraient les anciens philosophes, construire un grand nombre de ses œuvres d'après un même plan primitif, caché sous des apparences extérieures différentes d'un phénomène à l'autre. Des phénomènes divers peuvent conduire aux mêmes équations, diraient simplement les analystes.

On a signalé depuis longtemps de nombreuses analogies de cette espèce. Pour ne rappeler que

les plus connues et les plus complètes, citons l'analogie mathématique bien connue entre les phénomènes d'équilibre électrique, ceux de la propagation des radiations dans un milieu homogène, et celui du mouvement permanent d'un liquide incompressible et sans frottement; l'analogie entre la propagation de l'électricité dans l'état permanent et la propagation de la chaleur entre deux surfaces à températures constantes dans un milieu conducteur; entre la propagation de la chaleur et celle de l'électricité dans le régime variable; entre certains phénomènes de l'Électrostatique et du Magnétisme; entre le mouvement oscillant des pendules, celui des liquides et la décharge des condensateurs; entre les phénomènes d'équilibre élastique, la distribution de la température à l'intérieur d'un corps solide et celle du potentiel; entre la théorie des tourbillons et celle de certains phénomènes électrodynamiques; entre la théorie de la pression osmotique et celle de la pression des gaz; entre les conséquences du principe de la conservation de l'électricité et celles du principe de Carnot dans les phénomènes thermiques, etc.

Les modèles d'illustration mécanique des phénomènes physiques, tant recherchés par les physiciens anglais, fournissent aussi des exemples remarquables d'analogies mathématiques. L'idée fondamentale de ces illustrations consiste, comme on sait, en ceci: Étant donné un phénomène Φ ,

¹ M. Farmer a eu l'excellente idée d'utiliser cette courbe d'établissement pour en déduire la valeur de la self-inductance.

créer un modèle mécanique pour le fonctionnement duquel vaudront les mêmes lois mathématiques que pour le phénomène Φ . Entre les phénomènes auxquels donne lieu le fonctionnement d'un tel modèle et les lois du phénomène Φ , subsistera alors une analogie de l'espèce dont il est ici question. Tels sont, par exemple, les modèles mécaniques par lesquels Maxwell se représentait les phénomènes de l'induction électrique ou la polarisation des diélectriques; les nombreux modèles par lesquels lord Kelvin a représenté divers phénomènes d'Optique; le modèle imaginé par M. Garbasso pour représenter la décharge des condensateurs, etc., etc.

Enfin, on rencontre dans les diverses sciences une foule de phénomènes distincts, présentant entre eux, dans certaines particularités, des ressemblances plus ou moins parfaites, que l'on ne peut pas préciser aussi bien que dans le cas des phénomènes mécaniques ou physiques, et qui donnent lieu à des métaphores plus ou moins heureuses. On compare tel ou tel phénomène au torrent dont la force destructrice grandit avec les obstacles qu'on lui oppose, ou bien à la marée avec son flux et son reflux, etc. Dans différentes sciences, on rencontre des phénomènes ayant des allures de certains phénomènes mécaniques ou physiques. On compare, par exemple, tel ou tel phénomène au mouvement pendulaire amorti, présentant une série d'oscillations autour d'un état stable, les écarts des oscillations étant de plus en plus restreints, et ainsi de suite.

On connaît bien les services que les analogies mathématiques ont rendus aux diverses parties de la Physique mathématique. Auguste Comte avait bien prévu le rôle qu'elles seraient appelées à jouer dans le développement de cette branche de la Science. Ohm, Lamé, Chasles, lord Kelvin, Helmholtz, Kirchhoff et d'autres ont souvent recouru aux analogies dans leurs recherches sur l'élasticité, sur l'attraction, la propagation de la chaleur, la distribution et la propagation de l'électricité, etc. C'est par les considérations d'analogies entre les problèmes électrique et thermique que Ohm a édifié sa belle théorie de la propagation de l'électricité, en y transportant le mode de raisonnement par lequel Fourier avait déjà édité la théorie de la propagation de la chaleur. Maxwell s'en est très fréquemment servi dans ses recherches; c'est ainsi qu'en comparant les phénomènes électromagnétiques à une certaine espèce de mouvement tourbillonnaire des liquides, il a trouvé les équations fondamentales de l'Electromagnétisme auxquelles son nom est demeuré attaché. L'analogie des lois des gaz parfaits avec celles de la pression osmotique a également été un guide pour les physiciens qui ont

établi la théorie de la pression osmotique. Les modèles mécaniques ont souvent servi comme guide indiquant la direction à suivre pour les investigations plus rigoureuses.

Il y aurait un livre intéressant à écrire sur les services que les considérations d'analogies ont rendus à la Science. Elles ont aujourd'hui une haute valeur scientifique, et rendent toujours de réels et très grands services. Certains résultats se présentent d'une façon plus naturelle dans un ordre d'idées que dans un autre; c'est surtout par cette raison que les analogies, si incomplètes qu'elles puissent être, ont toujours le grand mérite de suggérer des recherches dans certaines directions, d'engager à essayer de préférence tel raisonnement ou de tenter telle expérience.

I

Mais je voudrais ici insister sur un genre de services d'un ordre plus général et plus élevé, que pourraient rendre les analogies mathématiques convenablement interprétées. Envisageons un cas simple d'analogies existant entre des phénomènes divers qui peuvent n'avoir aucun rapport concret: considérons les phénomènes qui suivent la « loi logarithmique »:

$$y = y_0 e^{kx},$$

où x et y sont les variables du phénomène, y_0 et k des constantes. Cette loi, ainsi que les conséquences qui s'en déduisent, régit, comme l'on sait, une foule de phénomènes de natures concrètes très diverses, dont voici des exemples:

1° Affaiblissement de l'intensité de la lumière passant à travers un milieu absorbant;

2° Refroidissement d'un corps solide par échange de chaleur avec le milieu qui l'entoure;

3° Déperdition de l'électricité des liquides électrisés, sous l'influence de l'évaporation;

4° Distribution des températures le long d'une tige métallique chauffée en un point;

5° Décroissement de la pression barométrique quand on s'élève dans l'atmosphère;

6° Variation de la quantité d'un corps pur qui se transforme progressivement sous l'action d'un agent physique ou d'un ferment;

7° Augmentation d'une somme d'argent prêtée à intérêts composés, etc...

Le tableau I met en évidence les éléments qui jouent les rôles analogues dans ces divers phénomènes.

Il est facile de se rendre compte de la raison intime par laquelle s'impose l'analogie entre ces phénomènes si variés. Un capital placé à intérêts composés s'accroît à chaque époque d'un intérêt proportionnel à la valeur du capital lui-même à cette époque. La température d'un corps qui se refroidit diminue à chaque instant de manière que

cette diminution varie en raison directe de la température elle-même. La pression barométrique varie de manière que sa diminution, correspondant à l'augmentation d'une hauteur donnée, soit proportionnelle à la pression à cette hauteur. Et d'une manière générale : dans les divers phénomènes énumérés précédemment, l'élément particulier, dont la modification graduelle définit le phénomène, varie à chaque instant en raison directe de sa valeur à cet instant. Autrement dit : le phénomène consiste dans la variation progressive et continue d'un élément en raison directe de la grandeur de l'élément lui-même. *Tel est le schéma commun auquel peuvent se ramener tous les phénomènes en question* : tel est le squelette qui sert de support à tous les organes, quelle que soit leur nature concrète. Il conduit directement à l'équation différentielle de

TABLEAU I. — *Analogie des éléments dans les phénomènes variés.*

PHÉNOMÈNE	VARIABLE x	VARIABLE y
1°	Épaisseur de la couche.	Intensité lumineuse.
2°	Temps.	Température.
3°	Temps.	Charge électrique.
4°	Distance au point chauffé.	Température.
5°	Hauteur.	Pression barométrique.
6°	Temps.	Quantité du corps primitif.
7°	Temps.	Capital.

tous ces phénomènes et à toutes les conséquences dans lesquelles consiste leur analogie mutuelle.

De même, les phénomènes de la propagation de l'électricité, de la chaleur, etc., se ramènent au schéma général suivant : un état se propage de proche en proche, progressivement et continuellement; l'état d'un point n'a d'influence sensible que sur les points très voisins; cette influence provient de la tendance de cet état de passer des points où son intensité est plus grande aux points où elle est plus faible; enfin, cette influence varie en raison directe avec la grandeur de la différence de ces intensités.

D'une manière générale, précisons les faits et les propriétés caractéristiques dans lesquels réside la raison intime de l'analogie des divers phénomènes considérés; dégageons-en ce qui est commun et général à ces phénomènes, ce qui définit les rôles des éléments correspondants et la manière dont ces rôles sont combinés entre eux; donnons à tout ceci la forme la plus simple et la plus générale possible en ayant soin de ne pas franchir les limites de l'analogie, au delà desquelles le problème devient indéterminé. Le schéma auquel se réduiront les phénomènes aura l'aspect

suivant : à la place des phénomènes mécaniques, physiques, chimiques, etc..., apparaîtront les lois de variation d'un certain nombre de *variables caractéristiques*, en fonction de certaines variables indépendantes: à la place des causes réelles (forces mécaniques, électriques, magnétiques, chimiques) ou des résistances, on verra apparaître des causes fictives, définies uniquement par leurs activités et les lois de leur variation en fonction des variables indépendantes: les liaisons seront remplacées par des relations fixes, données à l'avance, entre les variables caractéristiques, etc.

Ce schéma n'est au fond que celui auquel on a affaire dans la mise en équation d'un problème mécanique ou physique quelconque. Il importe de le tirer non pas d'un phénomène particulier, mais d'un groupe de phénomènes divers analogues entre eux : *Il s'en dégage alors l'image de l'action des causes de natures concrètes variées, agissant dans des circonstances différentes, mais douées d'une certaine espèce d'activité commune à tous les cas qu'une telle analogie embrasse.*

Un tel schéma équivaudra à un *modèle mécanique* illustrant une foule de phénomènes divers. Le nombre de tels modèles ira en augmentant lorsque, avec le progrès de la Science, on connaîtra des analogies mathématiques de plus en plus nombreuses. Et, lorsque leur nombre sera suffisamment grand, ces schémas amèneront probablement à la formation d'une nouvelle branche de la Philosophie naturelle, destinée à s'édifier progressivement et indéfiniment, dont l'objet sera l'étude des relations mathématiques générales entre les causes et leurs effets, débarrassées de toutes les particularités qui les rattachent spécialement à telle ou telle espèce particulière de phénomènes.

II

Pour mieux préciser ce qu'il faut entendre par là, arrêtons-nous à un schéma particulier d'une telle espèce, mais possédant les traits essentiels de tous les schémas que nous avons en vue.

Reportons nous d'abord à la conception la plus générale de la *cause*, dans le sens physique du mot : envisageons-la par son côté dynamique, par son *activité*. Celle-ci consiste en une certaine *tendance*, qui se manifeste dans les phénomènes comme force mécanique, comme pouvoir moteur, capacité modificatrice, capacité perturbatrice, etc. Etant donné l'ensemble de circonstances au milieu desquelles une cause agit, la tendance de cette cause sera définie : 1° par son objet direct; 2° par sa direction et son sens (en adoptant pour ces termes leur sens mécanique généralisé); 3° par son intensité, qui peut être constante ou variable.

Les tendances ont les caractères essentiels des éléments mesurables, au moins dans le sens mathématique du mot : on peut les concevoir plus fortes ou plus faibles, les comparer si elles ont les mêmes objets directs et les mêmes directions; leurs variations d'intensité sont aussi faciles à concevoir que celles des forces mécaniques; plusieurs tendances peuvent se gêner mutuellement, s'équilibrer, s'ajouter pour augmenter l'effet, etc... Dans les Sciences physiques, on les mesure pratiquement; en Biologie, on compare entre elles les actions des divers agents et des conditions du milieu sur un être ou une cellule; on peut préciser les tendances de diverses espèces de bacilles pour un objet direct donné, étudier les lois quantitatives de leur action simultanée, etc. Dans d'autres sciences, on parle de tendances prépondérantes, collectives, résultantes, etc. On peut connaître ou non la grandeur de l'intensité d'une tendance dans un cas donné, mais cette grandeur est bien déterminée dans tous les cas.

Ceci étant, soit un phénomène dont les variables caractéristiques :

$$(1) \quad \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$$

dépendent collectivement d'une seule variable indépendante t . Le phénomène sera déterminé lorsqu'on connaîtra les lois :

$$(2) \quad \alpha_1 = \varphi_1(t), \alpha_2 = \varphi_2(t), \dots, \alpha_n = \varphi_n(t),$$

d'après lesquelles les α varient en fonction de t , et ces lois (2) caractérisent les tendances des causes actives du phénomène.

Chacune des équations (2) définit un *phénomène simple*, consistant dans la variation d'une seule variable caractéristique. Supposons, pour traiter un cas simple, qu'on puisse réaliser ou concevoir la séparation effective de ces phénomènes, de sorte que le phénomène complexe considéré puisse se décomposer en n phénomènes simples. Nous dirons qu'une cause C (ou un ensemble donné de causes) est la *cause directe et exclusive* du phénomène simple $\alpha(t)$, si, la variable indépendante t variant d'une manière quelconque, α cesse de varier lorsque la cause C disparaît subitement; qu'elle recommence à varier au moment où cette cause apparaît de nouveau et que, de plus, lorsque la cause reste identique à elle-même, la variation de α est à chaque instant proportionnelle à celle de t . La variable α sera alors l'*objet direct* de la cause C et la grandeur de la dérivée $\frac{d\alpha}{dt}$ à un instant donné mesurera l'*intensité* du phénomène. Ainsi, dans les mouvements, l'objet direct des forces motrices sera la vitesse du mouvement; dans le phénomène de refroidissement, l'objet direct de la tendance du corps à

égaliser sa température avec celle du milieu ambiant sera la vitesse de refroidissement, etc.

Ces éléments si simples et si généraux constituent un schéma de l'espèce que nous avons en vue, et qui se prête déjà aux spéculations de l'Analyse mathématique.

Ainsi l'*effet direct total* de la cause C, correspondant à la variation $t - t_0$ de la variable indépendante, sera mesuré par la différence $\alpha - \alpha_0$, α et α_0 étant les grandeurs de α correspondant aux valeurs respectives t et t_0 ; l'*effet direct élémentaire* sera donc $d\alpha$. Et, en adoptant le principe bien intuitif d'après lequel l'effet direct élémentaire d'une cause serait proportionnel à l'intensité de la cause elle-même et à l'intervalle dt de la variable indépendante, on aura l'équation fondamentale :

$$(1) \quad K \frac{d\alpha}{dt} = X,$$

où X désigne l'intensité de la tendance, par laquelle se traduit l'activité de la cause, au moment où la variable indépendante a la valeur t ; K représente un coefficient jouant un rôle analogue à celui de la masse. On attribuera à X le signe + ou - suivant que la cause tend à faire augmenter ou diminuer la variable α .

L'équation (1) généralise l'équation fondamentale :

$$m \frac{dv}{dt} = F$$

de la Dynamique d'un point, et l'expression $-K \frac{d\alpha}{dt}$ généralise celle de la force d'inertie.

Si le phénomène était l'effet résultant d'un ensemble de causes directes d'intensités X_1, X_2, \dots, X_n on aurait :

$$(2) \quad K \frac{d\alpha}{dt} = \Sigma X_i$$

avec la convention précédente pour les signes des X_i .

Les tendances figurant dans ces équations peuvent être définies :

1° Directement, par les lois de leur variation pendant la durée du phénomène. Ainsi, dans les problèmes de Dynamique, ce sont les forces actives; dans les phénomènes de la Cinétique chimique, la tendance active est proportionnelle aux quantités des corps actifs; la tendance destructive d'un groupe de bacilles de même espèce est proportionnelle à leur nombre, etc., etc.;

2° Par les lois $\varphi(t, \alpha) = 0$ que suivrait le phénomène, effet direct de la cause considérée; si cette cause agissait seule, la tendance serait proportionnelle à la dérivée $\frac{d\alpha}{dt}$, α étant tiré de $\varphi = 0$.

Si les causes ne varient pas d'intensité, le phé-

nomène sera régi par des lois linéaires. Si elles sont variables, la recherche de ces lois se ramène à l'intégration des équations différentielles ordinaires. Dans le cas d'un phénomène complexe, consistant dans la simultanéité de n phénomènes simples, le problème se ramène à l'intégration d'un système d'équations simultanées.

Les équations (1) et (2) conduisent à des conceptions et à des principes embrassant comme cas particuliers ceux de la Dynamique.

Ainsi, l'équation (2) exprime qu'il y a à chaque instant équilibre entre l'inertie du phénomène et les tendances actives.

La vitesse du mouvement étant généralisée par la variable α , et le temps par la variable indépendante t , la conception du *chemin* parcouru sera généralisée par la grandeur :

$$(3) \quad q = \int_{t_0}^t \alpha dt$$

qui représenterait l'*extension* du phénomène (α , t). Le *travail élémentaire* de la cause directe X, correspondant à l'extension élémentaire q , serait :

$$(4) \quad dR = Xdq;$$

l'*énergie* du phénomène simple (α , t) serait :

$$(5) \quad U = \frac{1}{2} K \alpha^2.$$

Une combinaison facile de (1), (3), (4), (5) conduit à l'équation :

$$(6) \quad U - U_0 = R,$$

exprimant que l'accroissement de l'énergie du phénomène équivaut au travail de la cause directe qui l'a produit, et il serait facile d'étendre le théorème aux cas où le phénomène dépend d'un nombre quelconque de causes directes.

L'intégrale

$$\int_{t_0}^t X dt$$

représenterait l'*impulsion* de la cause X relative à la variation $t - t_0$ de la variable indépendante, par analogie avec l'intégrale correspondante de la Dynamique. De l'équation (6), on tire :

$$K(\alpha - \alpha_0) = \int_{t_0}^t X dt,$$

ce qui montre que l'effet direct total de la cause X, pendant que t varie de t_0 à t , est proportionnel à l'impulsion de cette cause.

Ces principes s'étendraient aussi aux cas des phénomènes complexes, quel que soit le nombre de phénomènes simples dont ils sont composé. Ils s'étendraient aussi aux cas de plusieurs variables indépendantes, et on pourrait même, dans certaines conditions, donner aux équations fondamentales

une forme analogue à celle des équations de Lagrange, etc. De plus, ces principes schématisent une foule de lois particulières, qu'on en déduirait en attribuant, aux conceptions abstraites qui en font l'objet, diverses significations concrètes. Ils s'appliquent directement à la recherche des lois des phénomènes, dans lesquels on connaît la nature dynamique des causes actives directes, et ces lois restent les mêmes, quelle que soit la nature concrète de ces causes et du phénomène lui-même. On en tire, par exemple, bien facilement, les conséquences suivantes :

Lorsqu'un ensemble de causes tend constamment à renforcer ou à affaiblir un phénomène simple, qui en est l'effet direct, et que cette tendance varie en raison directe de l'effet direct total des causes, l'intensité du phénomène varie toujours dans un même sens, en croissant ou en décroissant; l'expression :

$$\frac{1}{t} \log \frac{\alpha - a}{b},$$

où α est la variable caractéristique, t la variable indépendante, a et b des constantes convenablement choisies, conservera une valeur invariable pendant toute la durée du phénomène, et cette valeur sera positive ou négative suivant que la cause est renforçante ou affaiblissante; l'effet total augmente indéfiniment, ou bien tend vers une limite finie, suivant le sens de la cause.

Ce théorème embrasse toutes les analogies entre les phénomènes divers qui suivent la loi logarithmique, par exemple entre ceux dans lesquels les causes, en produisant leur effet, s'affaiblissent, en se dépensant en raison directe de l'effet produit.

Comme conséquence immédiate des principes précédents, mentionnons aussi le théorème suivant :

Considérons un phénomène simple, effet direct d'un ensemble de causes, dont quelques-unes ont des tendances constantes en intensité et sens; d'autres consistent en une sorte de résistance variant en raison directe de la grandeur absolue de l'effet direct total; enfin, certaines se comportent aussi comme résistances, mais varient en raison directe de l'extension du phénomène. Celui-ci sera *continu* ou *oscillant*, suivant le cas, et son étude se ramène à l'intégration d'une équation linéaire du second ordre. Si les racines de l'équation caractéristique du second degré, relative à cette équation linéaire, sont réelles, l'intensité du phénomène, ainsi que l'effet direct total, seront des fonctions continues de t , ne pouvant présenter qu'un seul maximum ou minimum, à partir duquel elles varient constamment dans un même sens. Si ces racines sont imaginaires, ce seront des fonctions oscillantes de t : le phénomène présentera une sé-

rie d'oscillations d'amplitudes plus ou moins rapidement amorties; son état s'approchera et s'éloignera tour à tour d'un certain état stable, et s'en éloignera de moins en moins jusqu'au moment où ses oscillations deviendront insensibles, l'état du phénomène se confondant désormais avec cet état-limite.

Ce théorème, avec ses conséquences, embrasse une foule de problèmes analogues à celui de la décharge entretenue des condensateurs, oscillations du cadre mobile d'un galvanomètre lors du passage du courant, etc.

Considérons enfin un phénomène simple, résultant de l'action de deux groupes de causes directes, les unes étant invariables en sens et en intensité, et les autres tendant à détruire l'action des premières, cette tendance destructive variant en raison directe de l'effet direct total, mais agissant avec un certain retard constant h , de manière que, pour la valeur actuelle de t , elle soit proportionnelle à l'effet total résultant, tel qu'il a été au moment où la variable t avait la valeur $t-h$. La théorie du phénomène se ramène à une certaine équation linéaire aux différences mêlées; l'effet total résultant ou bien décroît constamment en tendant vers un état-limite, ou bien présentera une série d'oscillations amorties autour de cet état, en tendant à se confondre avec lui, etc.

III

L'exemple simple que nous avons traité précédemment donne des indications sur la possibilité de faire un *schéma général des actions des causes*, correspondant à la Dynamique des forces, mais qui ne demeurerait plus attaché à l'une ou l'autre espèce concrète de phénomènes. On entrevoit de même la possibilité de faire un schéma général de l'équilibre des causes, correspondant à la Statique des forces.

L'ensemble de schémas pareils, quand on en posséderait un certain nombre, sera vraisemblablement appelé à constituer une branche spéciale de la Philosophie naturelle, une espèce de Mécanique générale de phénomènes divers, n'utilisant qu'un petit nombre de notions très générales. Cette Mécanique aurait tout d'abord le réel avantage de *relier entre elles et de ramener à une même base bien des théories n'ayant aucun rapport mutuel*. Elle donnerait la clef des analogies mathématiques aujourd'hui connues, et en fournirait une foule d'autres. Les analogies, d'autre part, contribueraient à l'édification de cette branche de la Science en lui offrant des problèmes d'un intérêt réel, et en lui fournissant des applications concrètes. C'est même, comme nous l'avons dit, dans la recherche et l'analyse des

analogies que consisterait la méthode inductive de cette édification.

Mais y a-t-il des chances pour qu'une telle théorie, quand elle sera faite, conduise à quelque chose de nouveau? Permettra-t-elle de prévoir des faits, de suggérer des explications de faits inexpliqués, de conduire à des expériences à tenter, à des recherches à entreprendre?

Voici quelques exemples contenant des réponses à de telles questions, et mettant en évidence le genre de services qu'on pourrait attendre de cette théorie.

La notion de symétrie peut être généralisée de diverses manières, et *les relations entre la symétrie des causes et celle de leurs effets formeraient un chapitre important de la théorie qui nous occupe*. L'extension, par exemple, de la notion et de la théorie de symétrie des corps cristallisés aux divers phénomènes physiques de natures concrètes variées, telle qu'elle a été faite par M. P. Curie et M. Voigt, montre déjà l'efficacité de cette espèce de généralisation en ce qui concerne la prévision de la possibilité des phénomènes ou de leur impossibilité. Ainsi, pour que certain phénomène soit possible, il faut que le système où il se manifeste présente une certaine dissymétrie, caractéristique pour ce phénomène: le phénomène est impossible si une telle dissymétrie n'existe pas. D'autre part, deux phénomènes de même dissymétrie ont entre eux des liens particuliers. Lorsque certaines causes produisent certains effets, les éléments de symétrie des causes doivent se retrouver dans les effets produits. Lorsque certains effets révèlent une certaine dissymétrie, celle-ci doit se retrouver dans les causes qui lui ont donné naissance. M. P. Curie a montré le parti qu'on peut tirer des considérations de cette espèce pour se rendre compte de la possibilité ou de l'impossibilité d'un grand nombre de phénomènes électriques, magnétiques, thermiques, etc.

Un autre genre de services que pourra rendre la théorie en question, consisterait dans la possibilité, qu'elle fournirait dans certains cas, *de préciser des hypothèses sur la nature dynamique des causes donnant naissance à un phénomène dont on connaît les lois mathématiques ou l'allure géométrique, et de provoquer des recherches ayant pour but de préciser la nature concrète de telles causes*.

Considérons, pour fixer les idées, un phénomène consistant dans les oscillations d'un de ses éléments caractéristiques autour d'un certain état défini, duquel il s'approche et s'éloigne alternativement par une série d'oscillations de plus en plus

¹ P. CURIE, *Journal de Physique*, 3^e série, t. III, 1894, p. 393-417.

faibles. On rencontre de tels phénomènes dans toutes les sciences, et l'on exprime ce caractère oscillatoire de manières variées, propres à la branche de science à laquelle appartient le phénomène. Nous avons indiqué précédemment quelques manières dont peuvent prendre naissance de tels phénomènes. Ainsi, ils peuvent résulter, en particulier, de l'action retardée d'une cause, variable, détruisant l'action d'une autre cause, invariable. L'explication, que M. Sagnac a donnée récemment¹, de certains phénomènes photochimiques, rentrerait dans ce type d'explications. L'expérience a montré, pour l'action photochimique de la lumière, que, si le temps d'illumination de la couche sensible va en augmentant, l'image se développe en noir de plus en plus intense jusqu'à une certaine valeur; cette valeur une fois atteinte, l'intensité du noir va en diminuant jusqu'à un certain minimum; celui-ci est suivi d'un second maximum, puis vient un second minimum, et ainsi de suite. M. Janssen en a compté trois, mais la rapidité avec laquelle les oscillations du phénomène s'amortissent semble seule avoir empêché d'en compter un plus grand nombre. D'après le théorème précédent, l'une des explications de ce caractère oscillant consisterait en ce qu'on le considère comme effet de deux causes directes: l'une active, invariable en sens et en intensité; l'autre destructive, variant en raison directe de l'effet résultant, relatif à une époque antérieure.

D'après l'hypothèse par laquelle M. Sagnac essaie d'expliquer le phénomène, la première cause serait la tendance directe et invariable de la lumière à modifier le sel d'argent de la couche sensible; la seconde serait due à une réaction de la couche sensible, qui produirait, avec un certain retard, une modification inverse de la couche sensible.

Si l'on imagine, de plus, que la réaction, produite en un point P de la couche sensible, puisse rayonner dans un petit cercle concentrique à P, la même explication conviendrait aussi aux maxima et minima d'impression, qui se peignent aux limites des pénombres sur les plaques photographiques frappées par les rayons lumineux ou par les rayons X, et aussi sur la rétine frappée par les rayons lumineux. Elle conviendrait encore à une foule de phénomènes variés présentant un caractère oscillant².

Les phénomènes oscillatoires peuvent d'ailleurs prendre naissance suivant d'autres mécanismes; chacun d'eux fournirait une hypothèse admissible pour expliquer le mécanisme de leur production. Une étude plus approfondie des particularités du phénomène, où notre théorie n'aura plus rien à faire, décidera quel est celui qui doit être définitivement admis.

D'une manière générale, certaines particularités de l'allure générale d'un phénomène peuvent s'expliquer par certains mécanismes communs à une foule de phénomènes divers, et de tels mécanismes seront fournis par les schémas généraux faisant l'objet de la théorie qui nous occupe. Un tel mode d'explication pourra d'ailleurs représenter la vérité elle-même, ou être seulement admissible au point de vue purement analytique: c'est à l'étude expérimentale de décider lequel parmi eux sera le vrai. On cherchera, par exemple, à mettre en évidence telle ou telle action destructive, prévue par des théorèmes généraux, à découvrir sa nature concrète, les conditions qui lui font prendre naissance; ou bien on cherchera à démontrer l'existence des résistances, variant suivant les lois prévues par ces théorèmes, etc. Ces recherches seraient expérimentales, mais ce sera la théorie générale qui en aura suggéré l'idée, qui les aura provoquées et qui aura bien le droit à une certaine part de mérite si ces recherches aboutissent à quelque chose d'intéressant.

Ces exemples donnent une idée de la manière dont une telle théorie générale pourrait s'appliquer directement à des problèmes concrets. Cette théorie ne serait pas dénuée d'un certain intérêt philosophique par la généralité et le petit nombre de notions fondamentales qu'elle ferait intervenir. Tout cela justifierait bien la peine qu'on se donnerait à l'édifier, et à cet égard il y a lieu d'insister sur l'idée suivante qui se dégage de cet exposé: *Ce sera probablement par le groupement de phénomènes divers suivant les analogies mathématiques qui existent entre eux, et par l'étude des schémas généraux tirés de chaque groupe ainsi obtenu, que prendra naissance cette branche de la Philosophie naturelle, consistant dans l'étude des relations générales entre les causes et leurs effets.*

Michel Petrovitch,

Professeur de Mathématiques
à la Faculté des Sciences de Belgrade.

¹ SAGNAC: *L'Optique des rayons de Röntgen*, p. 29-35. Paris, Gauthier-Villars, 1900.

² G. SAGNAC, *loc. cit.*

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Sencier (G.), *Ingénieur des Arts et Manufactures*, et **Delasalle (A.)**, *Ingénieur, ancien élève de l'École de Physique et de Chimie*. — **Les Automobiles Électriques**. — 1 vol. in-8° de 400 pages, orné de 192 gravures, avec préface de CH. JEANTAUD. (Prix : 15 fr.) V^o Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1901.

Où en est la locomotion électrique? C'est la question que se posent bien des gens, qui, après avoir cru à son application générale et immédiate en voyant des sociétés comme la Compagnie générale des Voitures à Paris monter de grandes usines électriques et mettre de nombreux fiacres en circulation, n'ont pas compris pourquoi, un beau jour, ces fiacres sont restés sous remise et ces usines se sont fermées.

La vérité est, comme le dit dans sa préface M. Jeantaud, un maître en la matière, que « la voiture électrique est actuellement parfaite; que le moteur, à haut rendement, est presque sans usure; que le combiné permet de faire varier les vitesses et la puissance du moteur dans des limites très étendues; que les véhicules eux-mêmes, si critiqués dans leur forme dès leur apparition, sont confortables. » Mais l'accumulateur qui fournit à la voiture l'énergie dont elle a besoin, qui, depuis 1881, époque à laquelle Faure l'a créé, avec ses six ampères-heure au kilogramme de plaques, avait jusqu'en 1898 gagné annuellement un demi ampère-heure, est depuis trois ans resté lamentablement stationnaire, et on n'a pas trouvé le moyen de faire de lui autre chose que cet organe lourd, cher d'achat et d'entretien, qui peut bien être employé pour la traction de luxe, mais ne peut devenir la base d'une exploitation commerciale quelconque.

Qu'en revanche on trouve le moyen de remplacer le plomb par un métal moins coûteux et plus léger; que les renseignements sur le nouvel accumulateur d'Edison, au fer, au nickel et à la potasse caustique, soient confirmés et que les progrès s'affirment dans cette voie nouvelle; ou, mieux encore, qu'on découvre cet appareil produisant directement de l'électricité et pouvant, sous un poids d'une centaine de kilogrammes, donner économiquement un courant de 3.000 watts, à la réalisation duquel M. Jeantaud croirait volontiers, et la question change absolument de face. La voiture électrique voit commencer immédiatement pour elle l'avenir grandiose qui lui est certainement réservé, et dont l'ouverture seule reste indéterminée.

Voilà pourquoi, loin de se désintéresser de la voiture électrique, il faut la suivre dans ses moindres détails. Et nous devons savoir gré à MM. Sencier et Delasalle de nous en avoir fort sagement et fort clairement expliqué le mécanisme.

Cette double tâche n'était pas aisée, car, si la voiture est simple d'aspect, de construction et de commande, les principes sur lesquels elle repose ne manquent pas de complexité. Et c'est toute une grande partie de la science électrique qu'elle met à contribution.

Ce côté théorique est parfaitement tiré au clair, si bien que les personnes que n'intéresse pas la chose automobile, mais qui désirent se familiariser avec la grosse question des accumulateurs et des dynamos, feront leur profit de l'ouvrage.

Le côté automobile y est traité fort complètement et fort actuellement. Nous faisons allusion à la question, bien à l'ordre du jour, des voitures pétroéo-électriques.

L'idée n'est pas nouvelle d'associer le pétrole et l'électricité dans la propulsion d'un automobile. Déjà, en

1899, on a pu voir à l'Exposition des Tuileries la voiture Pieper, dont nous avons entretenu nos lecteurs¹. Depuis cette époque, la question n'avait pas progressé. Elle vient d'être reprise par les constructeurs des voitures de courses, qui, désespérant de pouvoir dépasser beaucoup, avec les systèmes actuels, les moyennes dès à présent réalisées (85 kilomètres à l'heure par la voiture Mors que pilotait M. Fournier dans la course Paris-Bordeaux), à cause de la fatigue que la transmission de l'effort moteur fait subir aux pneus des deux roues motrices, vont essayer de rendre motrices les quatre roues par l'adjonction à chacune d'un moteur électrique, alimenté par la génératrice qui actionnera le moteur à pétrole.

Ils sont en train de monter sur roues de véritables usines électriques, qui ne constitueront jamais que des véhicules d'exception. Mais de leurs efforts sortiront probablement quelques innovations dont profiteront les voitures pétroéo-électriques de tourisme, celles-là véritablement intéressantes.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Nietzki, *Professeur à l'Université de Bâle*. — **Chimie des Matières colorantes organiques**. Traduction de MM. CHARLES VAUCHER, CAMILLE FAVRE et ALFRED GUYOT, *Maître de Conférences de Teinture et Impression à la Faculté des Sciences de Nancy*. Avec préfaces de MM. C. FRIEDEL et E. NÖLTING. — 1 vol. in-8° de 447 pages (Prix : 40 fr.). Carré et Naud, éditeurs. Paris, 1901.

Tous ceux qui s'occupent de matières colorantes connaissent de longue date le *Traité*, si clair et si parfait dans sa concision, que M. Nietzki a fait paraître en 1889, comme tirage à part de son article sur les matières colorantes dans le *Dictionnaire de Ladenbourg*. Ce *Traité* en est à sa quatrième édition à l'heure actuelle, et la traduction faite sur la troisième édition n'ayant pu, par suite de circonstances spéciales, être publiée à l'heure voulue, M. A. Guyot l'a révisée et complétée sur la quatrième édition allemande. Cette œuvre est donc au courant de toutes les découvertes essentielles qui ont été faites dans le domaine si varié et si étendu des colorants artificiels.

Après une introduction, où l'auteur fait une esquisse rapide de l'évolution de cette chimie spéciale dans le cours de la seconde moitié du siècle finissant, M. Nietzki parcourt rapidement chacune des onze classes de colorants, tout en insistant sur les faits fondamentaux, sur les notions de *chromophore* en particulier, qui donnent à chacun de ces groupes son allure particulière. Un dernier chapitre est consacré aux colorants de constitution inconnue.

Ce volume contient, en somme, tous les faits essentiels concernant les principaux types de colorants et rendra service non seulement aux techniciens, mais encore aux hommes de science et aux débutants qui désirent s'initier à cette classe si intéressante de composés organiques.

A. HALLER,
Membre de l'Institut,
Professeur de Chimie organique
à la Sorbonne.

¹ GÉRARD LAVERGNE : La deuxième Exposition internationale d'Automobiles, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 août 1899, t. X, n° 16, p. 613.

Charabot (Eugène), *Professeur à l'Institut commercial*. — **Genèse des composés terpéniques dans les Végétaux** (*Thèse de la Faculté des Sciences*). — 1 broch. in-8° de 88 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

M. Eugène Charabot, un jeune chimiste qui, depuis plusieurs années, publie sur les essences des travaux remarquables, a soutenu récemment sa thèse de doctorat en sciences physiques, intitulée : « Genèse des composés terpéniques dans les végétaux ».

Sans aborder le problème purement biologique de la genèse histologique des essences, qui a été magistralement traité par M. Guignard, M. Charabot s'est surtout proposé de suivre les variations de composition d'une essence donnée aux diverses époques de végétation de la plante mère.

Les essences ne sont pas, en effet, des produits uniques, mais bien des mélanges de plusieurs principes immédiats. A l'aide d'ingénieuses méthodes analytiques, M. Charabot a pu déterminer les proportions de ces principes à plusieurs stades de la vie de la plante ; il a également comparé, pour une même plante, l'essence fournie par les feuilles à celle que donnent les fleurs.

Il arrive assez souvent que certains principes constituants d'une même essence n'ont entre eux aucun rapport chimique (par exemple, la fénone et l'anéthol de l'essence de fenouil) ; mais, dans la majorité des cas, ces principes peuvent être dérivés les uns des autres par des réactions régulières d'hydratation ou d'oxydation. C'est aux essences de ce genre que s'est adressé M. Charabot, dans l'espoir d'expliquer les modifications de leur composition par les propriétés des divers tissus végétaux.

Il a choisi cinq exemples : l'essence de bergamotte, celles de lavande française, de menthe poivrée, d'absinthe et de pélargonium species.

Les deux premières sont formées de linalol partiellement éthérisé par l'acide acétique et d'un mélange de limonène et de dipentène, identique au produit obtenu par déshydratation du linalol. Elles contiennent aussi une certaine quantité d'acides gras libres.

L'essence de bergamotte préparée avec des fruits mûrs contient moins d'acides libres et une plus forte proportion d'éthers que l'essence de fruits verts ; elle est aussi moins riche en linalol total et plus riche en terpènes. L'essence de lavande s'enrichit en éther jusqu'au moment du complet épanouissement de la fleur et s'appauvrit ensuite. L'essence de pélargonium subit une modification analogue.

L'essence de menthe contient du menthol, éthérisé en partie, et son produit normal d'oxydation, la menthone, qui devient de plus en plus abondante, au fur et à mesure que la plante se développe et fleurit. Cette acétone se rencontre surtout dans les fleurs, organes d'oxydation très active ; l'essence de feuilles en contient au contraire fort peu.

L'essence d'absinthe est formée d'un alcool, le thuyol, de ses éthers et de l'acétone correspondant, la thuyone. Elle se comporte différemment des précédentes : on trouve, en effet, que, pendant la période de végétation active, la proportion de thuyone a diminué.

Le travail de M. Charabot constitue une tentative neuve et originale dont il y a lieu de lui être reconnaissant. Il ne nous a pas montré par quelles réactions chimiques les essences prennent naissance dans les cellules des plantes, mais nous lui devons de savoir quelles modifications elles y subissent une fois formées.

L. BOUVEAULT,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy, Chargé du Cours de Chimie organique.

Jacquemin (Paul). — **Guide historique et pratique de l'Opticien**. — 1 vol. in-8° de 99 pages de la *Petite Encyclopédie scientifique et industrielle*. Prix : 1 fr. 50). E. Bernard et Cie, éditeurs. Paris, quai des Grands-Augustins, 1901.

3° Sciences naturelles

Lagatu (H.), *Professeur de Chimie à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier*. — **La Fumure intensive et économique de la Vigne**. — 1 vol. in-8° de 100 pages. (Prix : 2 fr. 50). Bureaux du Progrès agricole. Montpellier, 1901.

M. Lagatu a publié tout dernièrement un volume sur l'Analyse des terres et son utilisation agricole. Dans cet ouvrage, qui nous a vivement intéressé, l'auteur dit, avec raison, que l'analyse du sol suggère les modifications susceptibles d'améliorer l'état actuel de la terre arable. Parmi ces améliorations possibles, il en est qui consistent précisément à ajouter au sol, sous une forme appropriée, les éléments dont la quantité paraît insuffisante et, en outre, à établir, entre tous les éléments, les proportions relatives qui permettent à chacun de jouer son rôle.

L'analyse du sol conduit ainsi logiquement à l'étude de ce que l'on appelle la fumure. L'engrais n'est, en effet, que la matière alimentaire utile au végétal cultivé et qui manque au sol.

Le travail de M. Lagatu sur la Fumure de la vigne est, en réalité, le complément de son précédent ouvrage. Comme l'indique clairement le titre choisi par l'auteur, il s'agit uniquement de la vigne et surtout des vignobles méridionaux.

M. Lagatu part du principe suivant : « Pour chaque vignoble, en tenant compte de toutes les conditions du milieu cultural, il y a une fumure plus économique que toute autre, c'est-à-dire utilisant, avec un bénéfice plus grand et plus sûr, l'argent dont on dispose pour fumer le vignoble. »

L'auteur passe en revue les diverses catégories de terrains dont la fumure doit varier avec la composition et la nature physique du sol. C'est ainsi qu'il distingue :

- 1° La fumure des terres franches calcaires ;
- 2° La fumure des terres fortes calcaires ;
- 3° La fumure des terres légères calcaires ;
- 4° Les terres non calcaires ;
- 5° Les terres un peu calcaires ;
- 6° Les terres trop calcaires ;
- 7° Les vignes de coteau. Les vignes de qualité ;
- 8° La succession des fumures. La question du fumier.

M. Lagatu s'appuie constamment sur les résultats fournis par l'expérience, résultats qu'il commente avec discernement et une connaissance approfondie du sujet qu'il traite.

Nous sommes persuadé que nos viticulteurs feront bien de lire cet excellent travail qui fait le plus grand honneur à l'auteur et à l'École de Montpellier où M. Lagatu professe la Chimie agricole.

D. ZOLLA,
Professeur d'Économie rurale
à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

Bouin (M.), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Nancy*. — **Histogénèse de la glande génitale femelle chez Rana temporaria L.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Nancy*). — 1 br. in-8 de 182 pages avec planches. Imprimerie Vaillant-Carmanne, Liège, 1901.

Il n'existait en France, il y a quelques années, que deux formes possibles de thèse de doctorat en sciences en Zoologie : le travail de faune et le mémoire d'anatomie zoologique. Celui-ci, pour avoir droit à tous les éloges, devait à son tour satisfaire à l'une ou à l'autre de ces deux conditions : ou bien parcourir, d'un train d'enfer, tout un groupe de la série zoologique, en s'arrêtant au plus grand nombre possible de types, ce qui ne laissait pour chacun d'eux que quelques instants d'arrêt ; ou bien décrire, sinon exactement et minutieusement, du moins complètement, la morphologie d'un type (anatomie, histologie, embryologie) avec un chapitre spécial pour le système nerveux et une figure dans un coin représentant les zoospermes de l'animal.

Des dissertations telles que celle de M. Bouin n'auraient pas passé pour des travaux de Zoologie; histologie ou embryologie, ce sont là les deux seules rubriques sous lesquelles on aurait songé à les désigner.

Le Mémoire de M. Bouin représente dignement une forme relativement récente de thèse zoologique, sans doute plus propre que toute autre à faire avancer la solution des grands problèmes que la Zoologie se propose.

La limitation du sujet traité fait le mérite même du travail. Une seule espèce est étudiée : la *Rana temporaria*; mais la valeur d'un travail zoologique ne se mesure pas au nombre des espèces observées. Un seul organe, la glande génitale femelle, est examiné; mais un travail, pour être anatomique, n'a pas besoin de s'occuper à la fois du testicule et du poumon.

L'histogénèse seule de cet organe a fourni la matière d'un important Mémoire. Et encore, du développement de la glande génitale femelle, les deux premières périodes seules ont-elles été passées en revue; mais l'embryologie étant une histoire, on sait toujours où l'on s'arrête et à partir de quel moment l'étude devra être reprise. M. Bouin a parcouru deux périodes seulement de cette histoire : celle qui s'étend de la toute première apparition de l'ébauche génitale jusqu'à la différenciation des ovules primordiaux (stade de l'ébauche génitale primordiale); celle qui débute avec la différenciation des ovules primordiaux et qui prend fin au moment où se différencient les premiers ovocytes (stade de la glande sexuelle primitive). Trois chapitres principaux composent ce Mémoire : le premier, pour l'ébauche génitale primordiale; le second, pour la glande sexuelle primitive; le troisième, pour les phénomènes (ovogénèse proprement dite) qui marquent le passage de la glande sexuelle primitive (2^e période) à la glande sexuelle jeune (3^e période).

Bon nombre de faits intéressants et nouveaux sont signalés dans cette étude.

C'est d'abord l'apparition de l'ébauche génitale primordiale sous forme d'une masse cellulaire impaire et médiane, tandis qu'on croyait auparavant, faute d'avoir étudié des stades suffisamment jeunes, à la parité de l'ébauche génitale. Les grandes cellules sexuelles primordiales et les petites cellules germinatives qui composent cette ébauche proviennent des cellules péritonéales de la zone génitale, aussi bien que de cellules mésenchymateuses transformées par autodifférenciation; elles ne dérivent nullement des éléments du rein céphalique ou du corps de Wolff. La diversité d'origine des cellules génitales va à l'encontre de la doctrine de la spécificité cellulaire. Elle tend aussi à remplacer la notion purement morphologique de l'organe génital, par celle, bien plus physiologique, de la zone ou région génitale, pouvant être composée d'éléments de nature différente, mais pareillement influencés et par suite évoluant dans le même sens. Les grandes cellules sexuelles, au cours de leur évolution, accumulent d'abord, assimilent ensuite du matériel deutoplasmique (plaquettes vitellines); après quoi, on peut les appeler ovules primordiaux. La phase d'activité glandulaire par laquelle elles passent alors est homologue à la phase d'accroissement qui précède les divisions réductrices des cellules sexuelles; elle mérite donc le nom de période préparatoire aux divisions équationnelles des œufs primordiaux. Pendant cette phase, il n'y a aucun signe d'activité proliférative de ces cellules, ce qui permet d'opposer la forme reproductrice de l'activité cellulaire à la forme sécrétrice.

Dans la période de la glande sexuelle primitive, les ovules primordiaux augmentent d'abord, puis diminuent de nombre. La diminution est due à l'expulsion d'un grand nombre de ces éléments, à une véritable ponte d'ovules primordiaux, comparable à celle des ovocytes adultes. La glande sexuelle s'édifie pendant ce temps par la formation du stroma conjonctif et des cordons médullaires fournis par du tissu mésenchymateux periwolffien immigré dans l'ébauche génitale.

A ce moment, le sexe peut être déjà déterminé par plusieurs caractères histologiques différentiels.

A propos des corps adipeux, l'auteur confirme leur genèse aux dépens de la partie antérieure de l'ébauche génitale primordiale, partie se distinguant du reste par l'absence d'ovules primordiaux. Il émet, au sujet de leur signification, l'ingénieuse hypothèse qu'il pourrait s'agir d'organes représentant dans leur ensemble les cellules interstitielles des glandes génitales des Vertébrés supérieurs, ici séparées de la partie sexuelle.

Quant à l'ovogénèse proprement dite, c'est-à-dire à la transition de la deuxième période à la troisième, l'auteur établit que les nids d'ovogonies naissent aux dépens des ovules primordiaux, que, dans ces nids, un certain nombre d'ovogonies dégèrent et disparaissent, sans se transformer, comme on l'a admis, en cellules de la granulosa. L'épithélium folliculaire se forme aux dépens de l'enveloppe épithéliale du follicule primordial, issu lui-même des petites cellules germinatives. Ce troisième chapitre contient une description de faits cytologiques dans le détail desquels je ne puis entrer, et sur lesquels l'auteur se propose de revenir ultérieurement.

On voit, par ce trop rapide aperçu, que les faits intéressants ne manquent pas à ce travail, et que l'auteur en a su tirer tout le parti théorique qu'ils comportaient. Ce Mémoire fait honneur à la fois à son auteur et à l'Université d'où il sort. Tout en étant exclusivement embryologique et cytologique, il demeure une très bonne thèse de Zoologie.

A. PÉRENT,
Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Nancy.

4^e Sciences médicales

Vallery-Radot René. — *La Vie de Pasteur.* — 1 vol. in-8^o de 692 pages. Avec un portrait. (Prix : 7 fr. 50). Hachette et Cie, éditeurs, 1901.

Si, comme le dit Carlyle, l'histoire universelle est, essentiellement, l'histoire des grands hommes qui ont travaillé ici-bas, « toutes les choses que nous voyons accomplies étant le résultat matériel extérieur, la réalisation pratique et l'incarnation des pensées qui habitent dans les grands hommes envoyés en ce monde », le XIX^e siècle finissant n'aura pas légué au siècle qui commence un plus noble et plus profond livre d'histoire que cette *Vie de Pasteur*, ni un plus glorieux exposé de ses titres à la reconnaissance de tous les siècles. Il y montrera, en effet, en face des grands hommes d'action dont on ne peut décider encore, après cent années, s'ils ont fait à leur patrie plus de mal que de bien ou plus de bien que de mal, dont on peut être assuré toutefois que le bien même, c'est au détriment du reste de l'humanité qu'ils le firent à leurs frères les plus proches. — Il y montrera, dis-je, l'image d'un homme en qui se résument, sans louches mélanges, toutes les grandeurs intellectuelles et toutes les grandeurs morales de son temps; dont on peut confronter sans crainte la vie avec l'œuvre, et dont la bienfaisance, égale au génie, après avoir été l'honneur et l'inestimable fortune de son pays, s'étend et ne cessera plus de s'étendre au genre humain tout entier.

Ce livre, nul n'était plus désigné pour l'écrire, d'une main plus pieuse et plus sûre, que M. René Vallery-Radot. Dès 1883, il avait, sous les yeux de son illustre beau-père, composé l'ouvrage intitulé : *Histoire d'un Savant par un Ignorant*, un chef-d'œuvre de vulgarisation, devenu populaire. Dix ans plus tard, il publiait le compte rendu officiel des inoubliables fêtes du Jubilé. Et, jusqu'au dernier jour, il n'a cessé d'être le témoin de la vie du Maître, lui vouant toute la sienne avec un oubli de soi-même que j'ose à peine rappeler, tant est sincère et délicate la modestie avec laquelle il se plaît à s'effacer dans le rayonnement d'une telle gloire. Mais l'ouvrage qu'il y aura consacré, sans s'y nommer une seule fois, n'en sera pas moins pour lui un titre de gloire personnelle. C'est par cet ouvrage, écrit dans la langue la plus pure, la plus classique, la mieux assurée

contre les variations de la mode littéraire, que la postérité apprendra à connaître Pasteur; et cette biographie ne sera pas plus séparable de son œuvre scientifique que la *Vie de Blaise Pascal* par M^{me} Périer, sa sœur, ne l'est de toute édition des *Provinciales* et des *Pensées*.

L'auteur y mène de front le récit des événements intimes et celui des découvertes. De ces découvertes, je ne saurais parler avec assez de compétence. Pourtant, cette incompétence même ne m'autorise-t-elle pas à dire combien, dans le livre de Valléry-Radot, elles apparaissent, fût-ce aux profanes, dans leur clarté entière et leur merveilleux enchaînement?

Un jour, à l'École Normale, comme le jeune Pasteur étudiait la Cristallographie avec l'un des maîtres de conférences, M. Delafosse, élève d'Haüy, une note du minéralogiste allemand Mitscherlich, récemment communiquée à l'Académie des Sciences, lui tombe sous les yeux. Ce savant y affirmait à la fois l'identité moléculaire absolue et cependant la dissemblance du caractère optique entre deux combinaisons : le paratartrate et le tartrate de soude et d'ammoniaque. De cette note, que, cinquante ans plus tard, Pasteur pouvait encore réciter dans son texte, toute sa vie scientifique devait sortir. Entre les deux conclusions de Mitscherlich, la contradiction lui apparaît, flagrante. S'il les fallait admettre, toutes ses croyances en seraient troublées, renversées. Cette difficulté s'enfonçait dans son esprit avec la ténacité d'une idée fixe, — et, quatre ans plus tard, en 1848, la difficulté est résolue pas sa décomposition de l'acide paratartrique en acide tartrique droit et acide tartrique gauche, qui fait exalter de joie le vieux Biot et qui produit dans tout le monde savant une émotion considérable.

Est-ce un simple chapitre ajouté à la Chimie cristallographique? Non, c'est l'apparition d'une grande loi, aux conséquences infinies, que Pasteur, le premier, formule en ses études sur la dissymétrie moléculaire. Il y touche le mur infranchissable qui sépare la Nature morte, c'est-à-dire les espèces minérales et les produits artificiels, tous à image superposable, non dissymétriques, sans influence sur la lumière polarisée, — et les produits des végétaux et des animaux, tous doués de cette dissymétrie qui se traduit au dehors par le pouvoir de déviation du plan de polarisation. Et de ce point de départ se déduiront, avec la plus surprenante logique, toutes les recherches de Pasteur.

D'abord, la Chimie et la Physique cristallographiques l'ont conduit à la Chimie de la Nature vivante. Puis, il voit la dissymétrie moléculaire intervenir dans un phénomène physiologique, lorsque l'opposition dans les propriétés des deux acides tartriques droit et gauche lui apparaît dans toute son évidence, au moment où interviennent des conditions de vie et de nourriture d'un être organisé tel que la graine de cette petite moisissure verdâtre, le *Penicillium glaucum*. Et le voilà amené à l'étude des infiniment petits de la vie, au renversement des théories de Liebig et de Berzelius sur la fermentation, à la preuve que ce phénomène est toujours sous la dépendance d'un être microscopique et vivant.

Désormais, pour employer une éloquente parole de M. Gaston Paris dans son éloge de Pasteur à l'Académie française, « celui des êtres invisibles et partout présents, animaux et surtout végétaux, qui tissent et défont sans relâche la grande trame de la vie planétaire ». Car les « microbes », pour employer le mot vulgaire, Pasteur nous les fera voir présidant à tous les phénomènes de la vie et de la mort. Il terrassera, par des expériences dérisives, les partisans de la génération spontanée, et découvrira les corpuscules de la pébrine des vers à soie. Les études sur les ferments du lait, du vinaigre, de la bière, du vin, le conduiront, par un fil magique, aux grandes découvertes de Biologie médicale, à ces fermentations morbides et d'origine microbienne que sont le charbon, la septicémie, le choléra des poules. Enfin, l'étude des maladies virulentes l'amè-

nera à ce qui marquera l'apogée de son génie : la théorie et la pratique de l'atténuation des virus, aux conséquences incalculables, dont le traitement de la rage n'aura été que le prélude.

Tel est le plan de la carrière scientifique de Pasteur, dont M. René Valléry-Radot nous développe la splendide ordonnance. Mais il fait plus et mieux : il nous apprend à connaître l'homme ainsi qu'il l'a connu, et il nous amène à penser, sans avoir eu besoin de nous le dire, que c'est des hautes vertus de l'homme que le génie du savant est sorti, que la vie morale a été pour lui — si l'on me permet cette image — comme le ferment de la vie intellectuelle. De cette vie morale, l'auteur va chercher les racines profondes en cette femme enthousiaste et tendre que fut sa mère, et en ce père, vieux soldat de Napoléon, travailleur infatigable, presque sans culture, mais avide de savoir, et qui donne à son fils cette règle de vie : « Regarder en haut, apprendre au delà, s'élever toujours. » A elle il devra son imagination ardente, à lui sa patience obstinée dans l'observation. M. Valléry-Radot nous conduira ensuite au Collège d'Arbois, au Collège royal de Besançon, à l'École Normale, et de là, d'étape en étape, jusqu'à cette sorte d'apothéose que décerna au grand homme la reconnaissance du monde civilisé. Tour à tour nous aurons vu, à côté du Savant et du Maître, le fils, l'ami, l'époux, le père, l'aïeul admirables, le citoyen et le patriote dont l'âme saigne aux désastres de la patrie. Si aucune des plus hautes émotions du cœur ne lui fut inconnue, pas une seule des nobles curiosités de l'esprit ne lui fut non plus étrangère. A treize ans il peignait des portraits remarquables, qui annonçaient un artiste; et deux ou trois ans avant sa mort, l'une des rares fois que j'eus l'honneur de le rencontrer et d'échanger avec lui quelques paroles, ce fut un dimanche, au Musée du Louvre, où il conduisait ses enfants et sa petite-fille, devant des chefs-d'œuvre. A la littérature, il faisait une place à part : il la regardait « comme la directrice des idées générales ». Jeune homme, quand il quittait une heure le laboratoire, c'était pour suivre, à la Sorbonne, les cours d'Hippolyte Rigaud ou de Saint-Marc Girardin; il ne perdit pas une seule des leçons de Sainte-Beuve; et il savait par cœur les *Méditations* de Lamartine. Vieillard, il avait gardé toute cette ferveur d'admiration pour les écrivains, les orateurs et les poètes : et sa place ne parut pas moins marquée à l'Académie française qu'à l'Académie des Sciences et à l'Académie de Médecine. En un mot, dans le plus magnifique équilibre de toutes les facultés, il avait réalisé en lui l'homme intégral.

Que dire de son action de par le monde? L'Agriculture et l'Industrie lui doivent de telles sources de richesses que Huxley pouvait écrire : « Les découvertes de M. Pasteur suffiraient, à elles seules, pour couvrir la rançon de guerre de cinq milliards payés à l'Allemagne par la France. » Et le savant anglais eût pu ajouter que, en écartant le fléau de la septicémie et de la fièvre puerpérale, en ouvrant à la Médecine, par ses études sur les maladies contagieuses et l'atténuation des virus, le champ presque illimité de la prophylaxie, il avait sauvé et prolongé beaucoup plus d'existences que n'en avait pu détruire la guerre.

Cette *Vie de Pasteur*, où M. Valléry-Radot a concentré tant de purs exemples, tant de hautes pensées, tant de principes d'action et tant de motifs d'espérance dans l'avenir de la race humaine, me semble l'un de ces ouvrages essentiels qu'aucun homme cultivé n'a le droit de ne point connaître. S'y plonger, pendant les trois ou quatre jours que demande sa lecture, c'est faire une de ces retraites spirituelles, si réconfortantes et si fécondes, que la complexité et l'agitation de la vie contemporaine ont rendues à la fois plus difficiles et plus nécessaires que jamais. Et l'on n'en sortira point sans avoir associé à une immense gratitude pour le héros du livre, celle que l'on doit à l'écrivain et au filial disciple qui lui a élevé ce monument.

AUGUSTE DORCHAIN.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Juin 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Mittag-Leffler recherche s'il existe un domaine de convergence de la série de Bernoulli. Il montre que cette série possède une étoile de convergence, mais qui diffère essentiellement du cercle de convergence de la série de Taylor. — M. E. Vallier communique ses recherches sur les intégrales eulériennes incomplètes de deuxième espèce et sur les intégrales définies de ces fonctions elles-mêmes. — M. E. Phragmen démontre que le domaine de convergence de l'intégrale infinie :

$$\int_0^{\infty} F(ax) e^{-a} da$$

possède toujours l'une des deux propriétés qui, d'après la définition de M. Mittag-Leffler, caractérisent une étoile. — M. J. Boussinesq met en équation les phénomènes de convection calorifique dans les fluides et en tire quelques considérations sur le pouvoir refroidissant de ces derniers. — M. Rabut signale deux cas où, malgré la transformation inévitable du diagramme qui se produit dans l'enregistrement d'un mouvement oscillatoire, on peut en déduire avec une rigoureuse exactitude certaines quantités utiles parce que celles-ci sont des invariants de la transformation considérée.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Ponsot démontre que les lois de Gay-Lussac relatives aux combinaisons chimiques effectuées à l'état gazeux sont seulement approchées, quelle que soit la grandeur de la pression. Le volume d'un composé gazeux dissociable est plus petit que le volume du mélange de ses composants séparés par la dissociation. — M. D. Negreano a constaté que, si l'on réunit directement l'un des pôles de l'excitateur d'une machine Wimshorst à un bout d'un fil métallique tendu, isolé et contenu dans un tube, l'autre pôle de la machine étant au sol, le fil métallique effectue des vibrations transversales. — M. Ch. Pollak a poursuivi ses recherches sur l'emploi de plaques d'aluminium plongées dans un électrolyte comme redresseurs de courants; il est arrivé à préparer des plaques pour 200 volts, avec un rendement de 75 à 80 %. Il est bon que la température ne s'élève pas au-dessus de 40°. — M. G. Léon indique le principe d'un grismomètre basé sur la différence de résistance électrique de deux fils de platine chauffés vers 1000° par le même courant et placés l'un dans le grisou, l'autre dans l'air pur. L'appareil se prête au dosage de tous les gaz combustibles. — M. F. Gonnessiat communique le résumé des observations météorologiques qu'il a faites à Quito, depuis le moment où il a pris la direction de l'Observatoire. — M. H. Pélabon a étudié expérimentalement l'action de l'hydrogène sur le sulfure de mercure et la réaction inverse du gaz sullhydrique sur le mercure, conduisant à un système de quatre corps volatils. Les résultats concordent assez bien avec les valeurs déduites des lois de la mécanique chimique. — M. Recoura, en faisant réagir l'hydrate de cuivre sur les sulfates métalliques, a observé qu'il se combine avec la même quantité de tous les sulfates étudiés, le sulfate de nickel excepté, pour donner des composés $3CuO(MO,SO_3)$, correspondant au sulfate $3CuO(CuO,SO_3)$ qui se produit dans les mêmes conditions. — M. M. Delépine a préparé les éthers imidodithio-carboniques $RAz=C(SR')^2$ en faisant réagir les iodures alcooliques sur les thiosulfocarbonates $SC(AzHR)SAzHR$, provenant eux-mêmes de l'action de

CS_2 sur une amine primaire. — MM. L. Maquenne et G. Bertrand ont déterminé la constitution des deux tétrites actives qu'ils ont préparées isolément. Ce sont les deux antipodes optiques de l'érythrite. L'une, qui dérive du xylose, est la *l*-érythrite, l'autre est la *d*-érythrite. — M. M. Berthelot a étudié le titrage, à l'aide de divers colorants, des acides et alcalis à fonctions complexes; ses recherches ont porté sur : le glycolle ou acide amidoacétique, la leucine ou acide amidocaproïque, les trois acides amidobenzoïques, l'acide aspartique, l'acide urique, l'acide hippurique et la taurine. — M. H. Guillemard a employé l'acide silico-tungstique comme réactif des alcaloïdes de l'urine. Il a constaté que le brightique élimine moins d'azote alcaloïdique par le rein que l'homme bien portant; le régime lacté provoque au début une débâcle d'azote alcaloïdique. — M. E. Fleurent présente un appareil, nommé gliadinomètre, destiné à déterminer la valeur boulangère des farines de blé d'après la variation de densité que fait subir à une liqueur alcoolique convenable la dissolution de la gliadine des farines.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. R. Cambier a constaté que le bacille typhique possède la propriété de traverser une bougie de porcelaine suffisamment poreuse; on peut ainsi le séparer des eaux et des selles. — M. Marage, en réponse à une note de M. P. Bonnier, précise ses recherches expérimentales sur les otolithes de la grenouille; il se borne à signaler les faits observés sans tenter d'explications théoriques prématurées. — M. C. Viguier a poursuivi ses observations sur la parthénogénèse des Oursins et confirme ses précédentes observations. Il montre que le risque d'une fécondation intra-ovarique doit être écarté, et que celui de fécondation par des spermatozoïdes apportés par l'eau des expériences est insuffisant pour expliquer tous les développements qui se produisent. — M. A. Billet a observé, dans le cycle évolutif de l'hématozoaire du paludisme, un stade grégariniforme. Il se rencontre dans le cours de la multiplication par voie endogène ou asexuée, entre le stade du début et le stade final. — M. Louis Léger a étudié la morphologie des éléments sexuels chez les Grégarines Stylo-rhynchides. — M. de Lamothe a reconnu que les systèmes de terrasses de l'Isère, de la Moselle, du Rhin à Bâle et du Rhône à Valence sont entièrement comparables et même superposables. Cette formation doit être attribuée, dans ces quatre bassins, à une succession de mouvements *enstatiques* alternativement positifs et négatifs, mais dont la résultante a été négative. — MM. L. Duparc et F. Pearce ont étudié les gabbros à olivine en relation avec la koswite du Kosswinsky-Kamen (Oural). Le feldspath y est rare. La roche présente généralement des phénomènes dynamiques intenses. — MM. C. Girard et F. Bordas ont analysé des travertins provenant des bassins de quelques sources de Vichy. Ils contiennent les mêmes éléments que les eaux, mais en proportions différentes. Les matières ainsi perdues par les eaux expliquent pourquoi les eaux en bouteille ont souvent une action moins efficace qu'à la source même. LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Mai 1901.

M. A. Mossé a reconnu que, dans le diabète, la diminution de la glycosurie et l'amélioration consécutive à l'alimentation par les pommes de terre ne provient pas d'une transformation insuffisante de la

matière hydrocarbonée de celles-ci dans le tube digestif. Elle paraît dépendre : 1° de ce que les pommes de terre introduisent dans l'organisme une plus grande quantité d'eau ; 2° de ce que les matières hydrocarbonées de ces tubercules sont beaucoup mieux utilisées qu'on ne le croyait. — M. H. Coupin a constaté que les composés du fer ont, pour les végétaux supérieurs, une toxicité très différente suivant leur composition ; les composés du plomb et de l'uranium ont une toxicité moyenne. — M. Bruandet a ligaturé l'utérus gravide du cobaye à diverses époques de la grossesse ; au premier tiers, le fœtus se résorbe ; au second tiers, il se momifie ; au troisième tiers, il se macère. — M. Y. Manouélian a étudié la structure de la circonvolution de l'hippocampe. — M. N. Vaschide a observé l'influence des crises hystériques sur l'olfaction. Avant les crises, il y a une légère hyperesthésie, qui disparaît pour revenir à l'état normal, avant même que la crise soit complètement fixée. — M. A. Sicard rappelle qu'il a, le premier, publié des expériences d'injections extradurales par la voie sacro-coccygienne. — M. H. Coupin montre que le protoplasma à l'état de vie ralentie résiste toujours plus à l'action nocive des agents chimiques que le protoplasma à l'état de vie active. — MM. G. Carrière et Leclercq ont obtenu des résultats très satisfaisants dans le traitement de la chorée de Sydenham par l'antipyrine à dose suffisante. — M. Brocard a obtenu l'analgésie par la méthode des injections épidurales de Sicard dans certaines affections d'ordre médical : sciatiques, zona, douleurs fulgurantes, lumbago. Il insiste sur quelques particularités anatomiques et physiologiques de la méthode. — M. J.-V. Laborde montre que, pour produire avantageusement l'analgésie locale par la cocaïne, il faut injecter directement la substance sur les éléments vasculaires des circulations locales, de façon à déterminer l'analgésie dans un champ opératoire plus ou moins limité, en évitant les effets généraux consécutifs à l'absorption intra-vasculaire et les dangers qui s'y attachent. — M. Hallion conteste le mécanisme de l'anesthésie cocainique (par action vaso-constrictive) adopté par M. Laborde. — M. Ad. Javal a constaté que, pendant la dénutrition, l'absorption de NaCl joue vis-à-vis des albuminoïdes un rôle de préservation et empêche l'excès de leur désassimilation. — M. Jacobson est parvenu à réaliser une septicémie expérimentale chez le lapin et la souris par l'inoculation du coccobacille de Pfeiffer. — M. G. Milian a constaté que le sang de la fin d'une hémorragie a une coagulabilité plus grande et plus parfaite que le sang du début de l'hémorragie ; il s'agit d'une action locale, due à l'accumulation de substance coagulante. — MM. Th. Tuffier et G. Milian montrent que l'obtention d'un liquide rouge vif dans une ponction lombaire permet d'affirmer l'existence d'une abondante hémorragie méningée. — MM. A. Pitres et J. Abadie signalent des faits qui prouvent que les effets de l'analgésie cocainique sont principalement dus à l'imprégnation des racines postérieures, irrégulièrement et inégalement atteintes par l'injection poussée à des niveaux et profondeurs variables.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Juin 1901.

M. E. Carvallo développe une théorie de la dispersion des couleurs, exposée vers 1860 par de Sénarmont, et reprise par M. Ricour au Congrès de 1900. L'hypothèse est la périodicité de l'éther identique à celle du réseau moléculaire ; la méthode est celle des différences finies ; le résultat est une formule à deux constantes seulement, très semblable à celle de Baden-Powell, savoir :

$$(1) \lambda \sin h \frac{n}{\lambda} = k \begin{cases} \lambda, \text{ longueur d'onde dans le vide,} \\ n, \text{ indice de réfraction,} \\ h, k, \text{ constantes } \left(\frac{h}{\pi} \text{ période moléculaire} \right). \end{cases}$$

M. Ricour a obtenu une vérification assez satisfaisante de cette formule avec les déterminations de M. Mascart sur le quartz, de la raie A ($\lambda = 760^{\mu\mu}$) à la raie P ($\lambda = 336^{\mu\mu}$). En adoptant pour la période moléculaire $\frac{h}{\pi} = 25^{\mu\mu}, 233$, il trouve pour $\lambda \sin \frac{hn}{\lambda}$ un nombre assez constant dont le logarithme varie seulement de 2,0845 à 2,0847. M. Carvallo étend la comparaison de la formule à ses déterminations sur l'infrarouge et à celles de M. Sarazin sur l'ultraviolet ($\lambda = 217^{\mu\mu}$ à $202^{\mu\mu}$). Il trouve une variation tout à fait inadmissible de la prétendue constante, savoir 2,0802 à 2,0850. M. Carvallo montre ensuite que l'écart n'est certainement pas dû à un choix défectueux des constantes par l'artifice suivant : il construit la courbe qui a pour coordonnées $\log \frac{1}{\lambda}$ et $\log n$. D'après la formule (1), elle devrait être superposable à la courbe type dont les coordonnées sont $\log \sin x$ et $\log \frac{x}{\sin x}$, et cela par deux translations suivant les deux axes. Ces translations, égales à $\log k$ et $\log \frac{h}{k}$, feraient connaître les deux constantes h et k . Tandis que la courbe type est concave vers le haut dans toute son étendue, la courbe du quartz est concave vers le bas pour les grandes longueurs d'onde. La superposition est donc impossible et la théorie doit être rejetée. Les deux courbes sont projetées devant la Société, à l'aide de deux clichés, dont l'un est fixe et l'autre mobile pour montrer la tentative infructueuse de superposition. — M. J. de Rey-Pailhade présente quelques considérations sur la *décimalisation du quart de cercle*. On emploie actuellement deux systèmes de notation des grandeurs angulaires : 1° Celui des degrés, minutes et secondes d'arc, datant des Chaldéens, en usage dans la marine, avec le *neud* ou *mille* qui correspond à la minute d'arc de méridien terrestre ; 2° Celui de la division du quart de cercle en 100 grades, suivi depuis plus d'un demi-siècle par le Service géographique de l'Armée française. Le *centigrade-arc* correspond au kilomètre au niveau moyen des mers. Le second système étant plus avantageux que celui des degrés, M. de Rey-Pailhade propose d'inscrire dans les deux systèmes les valeurs angulaires, par exemple :

$$19^{\circ} 17' 25'' (215,34' 36'').$$

Par ce procédé très simple, le *Bulletin de la Société française de Physique* fera connaître et apprécier les avantages du système décimal et préparera insensiblement les esprits à la réforme proposée par les auteurs du système métrique. M. H. Pellat dit qu'on emploie déjà les dixièmes et centièmes de degré pour simplifier les calculs ; il est encore plus rationnel d'employer les grades. Mais s'il est tout à fait partisan de la *décimalisation des angles*, il tient à faire toutes ses réserves au sujet de la *décimalisation du temps*. M. Deslandres dit que ces deux questions sont connexes en Astronomie, de sorte qu'il faudrait faire les deux réformes en même temps. M. Pellat répond à cela que si l'on touche à la seconde, on doit modifier les unités du système C. G. S. quelques années seulement après qu'une loi a sanctionné en France l'usage des unités pratiques dérivées de ce système. M. de Rey-Pailhade tient, pour faciliter le succès des deux réformes, à ne faire d'abord que celle des unités angulaires. Il n'est pas de l'avis de M. Deslandres en ce qui concerne la connexion des deux réformes : ce n'est pas le temps, ce sont les angles qui jouent le rôle le plus important en marine ; c'est ce qu'a montré le commandant Guyou en faisant construire des « tropomètres », appareils qui déterminent la position du Soleil sans faire intervenir le temps. M. Deslandres rappelle qu'il a proposé, il y a quelques années, de conserver l'heure, unité à laquelle trop de personnes sont accoutumées, et de la diviser décimalement ; la circonférence

serait divisée en 240 parties, de sorte que, par exemple, on aurait l'heure d'un lieu sur la carte à la seule inspection du lieu. La modification du système C. G. S. ne serait contre cette réforme que l'argument des seuls physiciens et ingénieurs, c'est-à-dire d'une minorité. M. Lauriol fait remarquer que l'emploi pratique simultané de l'heure et de la seconde introduit à chaque instant les facteurs 60 et 3.600, dont il serait commode de se débarrasser. Ce serait encore un avantage de la réforme proposée par M. Deslandres. M. de Rey-Pailhade ajoute que la centième partie du jour serait voisine de notre quart d'heure, de même que le centième de grade du méridien terrestre vaut un kilomètre. M. Deslandres dit que le Congrès récent des Académies s'est déjà occupé de la question et que l'on doit s'attendre à ce qu'un Congrès international la résolve. — M. G. Sagnac présente des expériences avec le biprisme et les glaces argentées de Jamin. I. *Nouvelles franges d'interférence dues à la lumière réfléchie par un biprisme de Fresnel.* Une fente éclairante envoie la lumière sur la face en biseau d'un biprisme de Fresnel dont les arêtes sont parallèles à la fente. Au lieu d'un seul système de franges que donnerait le biprisme par transmission, on en voit, dans la lumière réfléchie, deux et même trois (quand les deux premiers sont assez voisins pour interférer). Ces trois systèmes sont projetés devant la Société à l'aide d'un biprisme dont la face plane a été argentée pour augmenter l'intensité des faisceaux interférents, qui sont tous les trois réfléchis par cette face, savoir : le faisceau entré par la face verre d'une moitié P¹ du biprisme et ressorti par la même face, le faisceau réfléchi de même par l'autre moitié P² du biprisme; enfin le faisceau entré par la face verre de P¹ et ressorti par la face verre de P² après s'être réfléchi sur la face plane argentée. II. *Réglage, en lumière blanche, du réfractomètre interférentiel à glaces épaisses argentées de Jamin.* Le réglage géométrique, par superposition des deux images de la source lumineuse, nécessite des tâtonnements fort longs. On trouve, au contraire, très vite les franges en lumière blanche en observant d'abord les franges en lumière jaune du sodium et faisant monter ou descendre les franges dans le cliquet de visée pour reconnaître leurs maxima et minima de visibilité dus à la constitution de la raie D. Si la source de lumière jaune est la flamme très chaude et très chargée en sel marin d'un brûleur, il y a un maximum de netteté des franges beaucoup plus net que le précédent et que le suivant. On dépasse nettement le maximum par le mouvement de la vis V convenable qu'on ramène ensuite un peu en arrière pour regagner le temps perdu de cette vis. On remplace la lumière du sodium par la lumière blanche. Il suffit alors de tourner la vis V dans le même sens que la dernière fois pour voir apparaître presque aussitôt les franges colorées. III. *Expérience pour montrer, sans aucun réglage, des franges de même espèce que celles des glaces épaisses argentées de Jamin.* Ces franges se voient en appliquant deux glaces de Jamin G et G' (fig. 1) l'une contre l'autre par leurs faces verre, de manière qu'elles se débordent mutuellement en AB et A'B' sur une fraction de leur longueur (un tiers par exemple). Il suffit de regarder par réflexion dans la face A'B' la lumière entrant par AB, qui vient d'un fond blanc uniforme. Ces franges sont projetées devant la Société. Dans cette expérience, comme celle de Jamin, on voit plusieurs images. La plus avantageuse est celle qui est fournie par les rayons réfléchis une fois sur l'argenteure d'une glace et deux fois sur l'argenteure de l'autre. On doit incliner convenablement les glaces sur la lumière incidente. En les pressant plus ou moins l'une contre l'autre, on fait varier les positions des franges. On peut enlever l'une des deux glaces, puis l'appliquer de nouveau contre l'autre; les franges reparaissent *instantanément*. A propos de la communication II de M. G. Sagnac, M. C. Raveau signale l'importance prépondérante exercée par les défauts des glaces de

Jamin quand ces glaces s'approchent d'être parallèles; de là des déplacements de la région de localisation des franges et une complication dans l'étude de leur visibilité. Il montre pourquoi le réglage géométrique des glaces par superposition des deux images de la source lumineuse n'est pas vraiment rigoureux: on choisit, en effet, l'incidence pour laquelle il y a maximum d'écart des deux rayons interférents; les deux images d'un point peuvent alors rester superposées très longtemps lorsqu'on fait tourner un des deux miroirs autour d'un axe vertical, mais il est impossible de saisir la coïncidence exacte. M. Raveau montre, en outre, que le système de franges obtenues dans l'expérience III de M. G. Sagnac peut être observé avec le réfractomètre de Jamin (glaces non au contact), en interceptant entre les miroirs certains des rayons qui forment l'image très brillante immédiatement voisine de la première; par le même procédé, on peut avoir encore dans la même image successivement deux autres systèmes de franges dont l'un est produit par des rayons qui se sont deux fois réfléchis sur l'argenteure de chaque glace et dont l'écartement est double de celui des rayons ordinairement considérés. M. R. Salvador Bloch, à propos de la communication II de M. Sagnac, indique

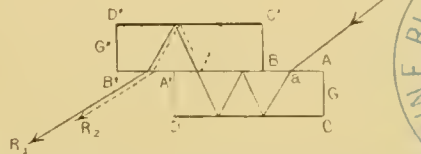


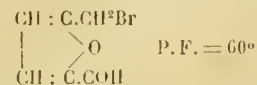
Fig. 1. — Production, sans réglage, de franges colorées avec les glaces de Jamin. — G et G', glaces de Jamin argentées sur les faces CD et C'D', et accolées par leurs faces verres en BA' ; Sa...R₁ et Sa...R₂, deux rayons interférents.

qu'on peut encore régler commodément les franges de Jamin en lumière blanche par l'emploi d'un spectroscopie; il suffit d'enlever l'oculaire de la lunette du réfractomètre Jamin et de placer la fente du spectroscopie derrière l'objectif de cette lunette dans la place où doivent se former les franges. On fait varier l'ordre de l'interférence jusqu'à ce que les cannelures de Fizeau et Foucault qui traversent le spectre se réduisent à une ou deux; les franges colorées sont à ce moment sur la fente du spectroscopie; on remplace alors celui-ci par l'oculaire de la lunette si l'on veut observer les franges colorées.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Mai 1901.

M. H.-J.-H. Fenton et M¹⁰ A. Gostling décrivent la préparation et les propriétés du bromométhylfurfural :



et de quelques-uns de ses dérivés — MM. W.-J. Pope et A.-W. Harvey, en traitant l'iodeure de benzylphénylallylméthylammonium extérieurement compensé de Wedekind par le *d*-camphorsulfonate d'argent, ont obtenu le *d*-camphorsulfonate de *d*-benzylphénylallylméthylammonium, dont le pouvoir rotatoire moléculaire est égal à +218°, ce qui donne pour la base *d*-benzylphénylallylméthylammonium $[\text{M}]_D = +166^\circ$. Le résidu de la préparation, traité par KI, fournit du iodure de *l*-benzylphénylallylméthylammonium, au moyen duquel on prépare le *l*-camphorsulfonate, qui possède une rotation moléculaire égale à -210°, ce qui donne

pour la base gauche $[M]_D = -159^\circ$. Les iodures des bases droite et gauche sont solubles dans le chloroforme, mais leur pouvoir rotatoire s'évanouit par inversion au bout d'un certain temps, ou si l'on élève la température. Les auteurs ont également préparé le nitrate et l'iodomercure de la base droite, qui présentent tous deux le pouvoir rotatoire. Ces composés se distinguent de ceux qui renferment un carbone asymétrique en ce que ce sont des électrolytes, qui doivent probablement être décomposés en solution aqueuse en donnant un ion optiquement actif dont la valence libre est attachée à l'atome asymétrique, sans qu'il se produise cependant d'inversion. M. Armstrong fait remarquer que l'obtention de dérivés de l'azote optiquement actifs permet de trancher définitivement la question de la valence de l'azote dans les composés de l'ammonium. Ces composés ne sont pas des composés moléculaires, comme le croyait Kékulé, mais l'azote s'y trouve à l'état pentavalent. Par contre, il n'y a pas de doute que cette valence supérieure prise par l'azote dans les composés de l'ammonium (comme celle du soufre dans les composés du sulfonium), n'ait des caractères différents de la valence inférieure ou ordinaire de ces éléments. M. Forster pense que la différence numérique entre les constantes de rotation de dA/B et A/B disparaîtrait si A/B était séparé d'abord par l'addition de *l*-camphorsulfonate, ou peut-être mieux de *l*-bromocamphorsulfonate. M. W.-J. Pope répond que le nouveau principe qu'il a cherché à mettre en lumière, c'est-à-dire que pendant le changement de valence d'un atome les directions des valences peuvent aussi changer, est applicable quand un atome de soufre bi ou tétravalent devient tétra ou hexavalent, ou quand un atome d'azote pentavalent devient heptavalent; mais il n'est pas nécessairement applicable au cas où un atome d'azote trivalent devient pentavalent, car les deux nouveaux groupes peuvent se relier à l'azote dans une direction perpendiculaire au plan contenant les trois premiers groupes. — MM. R.-H. Pickard et W. Carter ont constaté que les hydroxyoxamides $R\text{AzH.CO.CO.AzHOH}$ et leurs dérivés aromatiques réagissent comme les acides hydroxamiques en donnant quantitativement des biurets substitués, des carbonyle-dicarbamides et des allophanates. — MM. F.-D. Chattaway et K.-J.-P. Orton attirent l'attention sur la grande ressemblance qui existe entre les deux chlorodibromoanilines symétriques (4 : 2 : 6 et 2 : 4 : 6), de même qu'entre leurs dérivés acétylés. Par contre, les acétylchloroamino dérivés possèdent des points de fusion assez différents, et permettent de distinguer l'un des isomères de l'autre. Les auteurs ont préparé un grand nombre de dérivés de ces corps. — Les mêmes auteurs ont constaté que la tribromoaniline (1 : 2 : 4 : 6) réagit en solution chloroformique sur l'acétylchloroamino-2 : 4 : dichloroacétanilide pour donner, avec dégagement de brome, un dérivé azoté et la 4-chloro-2 : 6-dibromoaniline. Avec les chlorobromoanilines symétriques, le dégagement de brome est plus fort quand il y a un atome de Br en para par rapport à AzH^2 ; on obtient ainsi la 2 : 4-dichloro-6-bromoaniline de la 2-chloro-4 : dibromoaniline. — MM. W. N. Hartley, J. J. Dobbie et A. Lauder ont constaté que l'acide cyanurique et ses dérivés, non plus que l'acide isocyanurique et ses dérivés, ne présentent de spectre d'absorption. Ils en déduisent que la formule de constitution généralement adoptée pour l'acide cyanurique (chaîne d'atomes de carbone et d'azote, alternativement doublement et simplement liés) n'est peut-être pas exacte, car la pyridine et la diméthylpyrazine, qui possèdent une constitution analogue, montrent de fortes bandes d'absorption. — M. A. L. Stern, poursuivant ses recherches sur la nutrition de la levure, arrive aux résultats suivants : 1° Toute augmentation de nourri-

ture azotée et inorganique au delà d'une certaine limite n'accroît pas la quantité d'azote assimilée par la levure ou le poids de celle-ci; 2° Toute augmentation du sucre est accompagnée d'un accroissement du poids de l'azote assimilé et du poids de la levure, et cela jusqu'aux plus grandes concentrations qui puissent être complètement fermentées; 3° Entre 12° et 25°, le poids d'azote assimilé et celui de la levure ne varient presque pas. A température plus haute, ils diminuent; 4° L'accroissement de la levure est, pendant une partie de la fermentation, proportionnel à la quantité de sucre fermenté; il se poursuit aussi longtemps qu'il reste du sucre non fermenté. L'auteur conclut qu'il y a une différence essentielle entre les fonctions des aliments azotés et inorganiques d'une part, et celles du sucre d'autre part : les premiers fournissent seulement des matériaux, tandis que le second fournit des matériaux et de l'énergie. — M. H. G. Madan a constaté que la pipérine cristallisée, chauffée à 135°, se solidifie par refroidissement en une substance résineuse transparente, qui est une modification allotropique colloïdale. Mais celle-ci n'est pas permanente, car elle retourne spontanément au bout de quelques mois à la forme cristalloïde. Mais, si la pipérine a été chauffée pendant une heure à 180°, le produit colloïde résultant est plus stable, car il n'a pas varié au bout de deux ans et demi. La pipérine colloïde a une réfraction élevée ($\mu_D = 1,684$) et une dispersion remarquable ($\mu_{H\gamma} - \mu_{H\alpha} = 0,142$). — MM. R. H. Pickard et A. Neville ont préparé les carbamides et les carbamates du furane à partir de l'acide pyromucylhydroxamique par la méthode de Thiele et Pickard. Ce sont des huiles incristallisables. L'acide pyromucylhydroxamique, C_8H_8O . $CO.AzHOH$, obtenu en hydrolysant le pyromucate d'éthyle avec l'hydroxylamine, fond à 124°. — M. R. D. Abell a condensé l'éthylphénylcétone avec la benzaldéhyde en présence d'éthylate de sodium et a obtenu : 1° le 1 : 3-diphényl-2-méthyltriméthylèneglycol (F. 98°-99°); 2° la benzalpropionophénone; 3° le 1 : 3-diméthyl-4 : 3-dibenzoyl-2-phénylpropane (F. 162°-163°). Le glycol, oxydé par l'acide chromique et traité par l'hydrate d'hydrazine, donne le 3 : 5-diphényl-4-méthylpyrazole (F. 222°-223°). La benzalpropionophénone, traitée par l'éthylphénylcétone, fournit un mélange du composé 3° et d'un isomère (F. 121°-122°). Ce dernier, chauffé avec l'ammoniaque alcoolique, donne un composé qui est la triphényldiméthylpyridine ou dihydroxyridine. — M. R. C. Farmer propose une nouvelle méthode pour la détermination de la dissociation hydrolytique, basée sur la distribution de l'acide ou de la base libre entre deux solvants. Une solution aqueuse du sel est agitée avec une quantité connue de benzène ou d'un autre dissolvant qui extrait seulement l'un des composants. De la quantité extraite, on peut calculer le degré d'hydrolyse du sel, en ayant eu soin de déterminer auparavant le coefficient de partage de la substance entre les deux solvants. Les résultats obtenus dans plusieurs cas concordent bien avec la loi de dilution d'Arrhénius. — MM. S. A. Tucker et H. R. Moody décrivent la préparation et les propriétés de quatre nouveaux borures Zr^3Bo^4 , Cr^3Bo^4 , $TuBo^4$ et Mo^3Bo^4 . Ces composés sont obtenus en soumettant un mélange intime des constituants à l'action de la température produite par un courant de 200 à 275 ampères et 60 à 75 volts. — M. R. E. Doran a poursuivi ses recherches sur l'action du thiocyanate de plomb sur les chlorocarbonates et a préparé une série de carboxyméthyl- et de carboxyallythiocarbimides avec de nombreux dérivés.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection d'un savant français à l'Académie Royale des Lincei. — Une des plus célèbres Académies étrangères, l'Académie Royale des Lincei de Rome, vient de décerner à M. Emile Picard, membre de l'Académie des Sciences de Paris, un éclatant hommage. Désireuse de témoigner de la très haute estime en laquelle elle tient l'œuvre mathématique de notre éminent collaborateur, elle a voulu le compter au nombre de ses Associés étrangers. Nous rappellerons que deux autres Académies italiennes, celles de Turin et de Bologne, ont déjà conféré à M. E. Picard la même distinction.

§ 2. — Météorologie

La Météorologie au sommet de la Tour de 300 mètres. — La Tour de 300 mètres est un observatoire météorologique incomparable, dont le caractère ne tient pas à son altitude absolue, laquelle est seulement de 334 mètres; ce caractère dépend essentiellement de la hauteur, au-dessus du sol, de la couche d'air considérée, qui permet d'écarter les perturbations dues au voisinage immédiat de la surface.

Déjà, à cette faible hauteur de 300 mètres, les phénomènes de vent et de température sont absolument différents de ceux qui se passent au niveau du sol, dont la température propre et le relief communiquent aux couches voisines des variations tout à fait spéciales.

A cette hauteur, l'amplitude des variations de température ou d'état hygrométrique est bien moindre que près du sol; les vents sont plus réguliers et plus forts, et, en somme, ce n'est que dans les stations de montagnes élevées que l'on retrouve des résultats analoges à ceux que fournit la Tour de 300 mètres.

Aussi, dès l'origine de la construction, en 1889, il a été installé, par les soins et sous la direction de M. E. Mascart, membre de l'Institut et directeur du Bureau Central Météorologique de France, un service de Météorologie extrêmement important.

Les instruments de mesure sont disposés sur la petite plate-forme de 1^m,60 de diamètre qui termine la Tour, à 300 mètres du sol; à l'aide d'un câble, ils

transmettent électriquement leurs indications à des appareils enregistreurs situés au rez-de-chaussée du Bureau Central Météorologique, qui est voisin.

Toutes les observations sont relevées heure par heure : pour le vent, en vitesse et en direction, pour la température, pour la pression atmosphérique, pour l'état hygrométrique, etc.; elles sont inscrites sur les registres du Bureau central, et leur résumé figure dans le Bulletin publié journellement.

Ces observations sont centralisées par M. Alfred Angot, météorologiste titulaire du Bureau central, qui en a analysé les résultats comparativement aux observations faites dans le local du Bureau central; ils font l'objet de Mémoires insérés dans les Annales du Bureau. Tous ceux que ces questions intéressent devront les consulter; ils renferment tous les documents détaillés et leur discussion scientifique. Un premier Mémoire concerne les résultats de 1889; cinq autres, ceux des années 1890, 1891, 1892, 1893 et 1894. Enfin, un Mémoire général récapitule les observations de ces cinq années, sauf celles relatives au vent, qui font l'objet d'un Mémoire spécial, allant jusqu'en 1895. Un deuxième Mémoire récapitulatif, allant jusqu'en 1899, a été publié dans le courant de 1900. Cet ensemble constitue le résultat d'un effort et d'une énorme quantité de travail; il fait grand honneur à son auteur, mais on y retrouve cependant le défaut inhérent aux vieilles méthodes : l'amour exagéré des moyennes, avec lesquelles on perd trop souvent les chutes et inégalités les plus importantes, relatives aux instabilités les plus intéressantes de l'atmosphère.

La nomenclature des instruments et le résumé des observations et des résultats sont empruntés à ces divers Mémoires.

Les observations de pression atmosphérique ont été faites régulièrement au Bureau météorologique, à l'altitude de 33^m,40, dans une pièce du rez-de-chaussée, et sur la Tour Eiffel, à l'altitude de 312^m,90, dans une des pièces qui sont au-dessus de la troisième plate-forme. La différence d'altitude des deux instruments est de 27^m,5, et leur distance horizontale d'environ 480 mètres. On a employé dans les deux stations des baromètres enregistreurs Richard à mercure, multipliant par 2 les variations de la pression; la

marche de ces enregistreurs est contrôlée par les observations directes, faites trois fois par jour au Bureau central, et quatre ou cinq fois par semaine, quelquefois même plus en été, à la Tour Eiffel, avec deux baromètres à mercure à large cuvette, comparés directement l'un à l'autre. Toutes les observations sont réduites à zéro et corrigées de l'erreur instrumentale; les hauteurs réduites au niveau de la mer sont, de plus, ramenées à la gravité normale. C'est-à-dire exprimées en colonnes de mercure dont la densité est évaluée au niveau de la mer et à la latitude de 45°.

Une série d'observations de la température a été faite au Bureau central, dans la cour, à l'altitude de 31^m,6 et 1^m,60 du sol, dans un abri en fer à double toit, analogue à celui qui est en usage dans toutes les stations françaises. A la Tour Eiffel, les thermomètres sont placés à l'altitude de 335^m,3 au-dessus de la mer, et à 304^m,8 du sol, sous un abri à double toit, accroché, du côté nord, en dehors de la balustrade de la plate-forme du paratonnerre. L'abri, comme celui de la terrasse du Bureau central, est entièrement ouvert au nord et par dessous. Il est fermé à l'est, au sud et à l'ouest, par deux séries de persiennes inclinées en sens inverse et distantes intérieurement de 5 centimètres environ. Le vent étant beaucoup plus fort à cette hauteur que près du sol, les petites causes d'erreur introduites par l'abri deviennent négligeables, et les observations de température peuvent être considérées comme faites dans d'excellentes conditions. Sous cet abri sont placés un psychromètre, un thermomètre à maxima, un thermomètre à minima, un thermomètre et un hygromètre enregistreurs Richard; on y a ajouté un thermomètre transmetteur électrique, de l'invention de MM. Richard frères, qui donne au Bureau central météorologique la marche continue de la température au sommet de la Tour Eiffel. En plus de ces instruments, on a installé à la Tour deux autres séries de thermomètres à lecture directe et enregistreurs, l'une à la plate-forme intermédiaire (230^m,2 au-dessus de la mer, 196^m,7 au-dessus du sol); l'autre à la deuxième plate-forme (136^m,6 au-dessus de la mer, et 123^m,4 au-dessus du sol).

L'humidité est enregistrée au sommet de la Tour Eiffel, depuis le 10 juillet 1889, au moyen d'un hygromètre à cheveu de MM. Richard frères, installé à côté des thermomètres, à 301^m,8 au-dessus du niveau du sol. Cet instrument est contrôlé par les observations directes effectuées au psychromètre aussi souvent que cela est possible.

Pour tout ce qui a trait à l'étude de la pluie et de l'évaporation, les chiffres des observations recueillies à la Tour de 300 mètres n'ont aucune signification réelle. Le vent est tellement fort au sommet que, dans la plupart des cas, les gouttes de pluie sont animées d'un mouvement horizontal et ne tombent pas dans le pluviomètre; il est arrivé fréquemment que, pendant des averses importantes, non seulement le pluviomètre n'indiquait rien, mais que le sol de la plate-forme du sommet n'était pas mouillé, et recevait à peine quelques gouttes, tandis que les objets verticaux ruisselaient d'eau. Pour obtenir, dans ces conditions, des nombres qui aient quelque signification, il faudrait changer complètement le mode ordinaire d'observation de la pluie, et la recueillir dans un pluviomètre dont l'entonnoir, au lieu d'être horizontal, pourrait s'incliner et se placer normalement au vent.

Les anémomètres employés au Bureau central météorologique et à la Tour Eiffel sont identiques; ce sont des anémomètres imaginés par MM. Richard frères; ils se composent d'un moulinet formé de six ailettes en aluminium, inclinées à 45°, et rivées sur des bras très légers en acier; leurs dimensions sont calculées pour que le moulinet fasse exactement un tour pour 1 mètre de vent; leur marche est, du reste, vérifiée sur un manège et, s'il y a lieu, on établit pour chaque appareil une table de correction. Comme le moulinet tourne dans un plan vertical et doit toujours se présenter nor-

malement au vent, il est monté à l'extrémité d'une pièce horizontale formant girouette et tournant autour d'un axe vertical, qui est placé très près du plan de rotation des ailettes afin de diminuer autant que possible la distance que le moulinet doit parcourir pour s'orienter. L'orientation est assurée par une queue rivée à l'autre extrémité de la girouette et formée de deux plaques de tôle à angle aigu. Le moulinet complet ne pèse que 150 grammes; il offre à l'air une surface de 6 décimètres carrés environ. Cet instrument est d'une sensibilité remarquable et peut mesurer des vitesses qui ne dépassent pas 0^m,1 à 0^m,2 par seconde; il se met instantanément à tourner dès que le vent commence à souffler, et s'arrête aussitôt que le vent cesse, tandis que le moulinet de Robinson, à cause de sa grande masse et de sa faible surface utile, prend un certain temps pour acquérir sa vitesse et, une fois lancé, continue à tourner longtemps après que le vent a cessé.

Les moulinets de ce genre, installés au Bureau central et à la Tour Eiffel, transmettent leurs indications sur des cinégraphes Richard frères, qui indiquent à la fois la vitesse du vent à chaque instant en mètres par seconde, et le temps pendant lequel le vent a parcouru une distance de 8 kilomètres. L'anémomètre de la Tour Eiffel est installé à 305 mètres au-dessus du sol. Au Bureau central, l'anémomètre Richard est installé à l'angle nord-ouest de la tourelle, à 20^m,9 du sol. L'appareil récepteur est dans la pièce qui est immédiatement au-dessous de la terrasse. A l'anémocinémographe de MM. Richard frères, employé au sommet de la Tour Eiffel depuis l'origine des observations, on a ajouté, en octobre 1890, un autre cinéographe à indications instantanées.

La direction du vent est enregistrée d'une manière continue, au Bureau central, au moyen d'une girouette ordinaire, à deux ailes, très mobile, placée à l'angle nord-est de la tourelle; l'axe de cette girouette commande directement un cylindre vertical sur lequel est enroulée une feuille de papier; une plume, mue par un mouvement d'horlogerie, descend en vingt-quatre heures suivant une génératrice du cylindre et marque ainsi à chaque instant la direction du vent.

La circonférence, qui correspond à une rotation complète du vent, a sur le papier 157 millimètres de longueur et la plume descend exactement d'un centimètre par heure. A la Tour Eiffel, la girouette se compose de deux roues montées sur un même axe horizontal et dont l'ensemble peut se mouvoir autour d'un axe vertical; quand les roues ne sont pas orientées exactement dans la direction du vent, elles se mettent à tourner, ce qui change en même temps leur orientation. Cette disposition a l'avantage, tout en conservant une grande sensibilité à l'appareil, de diminuer les oscillations brusques que présentent fréquemment les girouettes. Au moyen d'un système de transmission électrique spécial, à trois fils seulement, tous les mouvements de la girouette se reproduisent à distance sur un cylindre vertical identique à celui de la girouette enregistrante du Bureau météorologique. Les contacts sont établis de façon que la transmission s'effectue par $\frac{1}{128}$ de circonférence, c'est-à-dire qu'il suffit que la direction du vent change de $\frac{1}{128}$ de circonférence, ou de

2°30'45", pour que le cylindre récepteur, placé à une grande distance, tourne dans le sens convenable de la même quantité; cet intervalle est tellement petit que la courbe reproduit exactement l'apparence des courbes obtenues par transmission mécanique directe. Le dépouillement des courbes, obtenues tant au Bureau central qu'à la Tour Eiffel, a été fait de la même manière, en relevant à chaque heure la direction du vent; cette direction est notée en chiffres de 0 à 32. 0 correspondant à N., 2 à N.-N.-E., 8 à E., 16 à S., 24 à O., et ainsi de suite. La direction du vent est donc appréciée à

moins de $\frac{1}{64}$ de circonférence, c'est-à-dire environ à 3° près, ce qui a paru suffisant. On a supprimé la direction du vent et noté *calme* toutes les fois que la vitesse du vent, au moment de l'observation, était inférieure à 0^m,5 au Bureau météorologique, et à 1 mètre à la Tour Eiffel, car, en dessous de ces limites, on n'est plus sûr que les girouettes obéissent au vent et s'orientent exactement.

En dehors de la girouette et des anémomètres, on a installé au sommet de la Tour Eiffel, en juillet 1889, un moulinet destiné à l'étude de la composante verticale du vent. Cet instrument se compose de quatre ailettes planes, inclinées à 45° et mobiles autour d'un axe vertical. Par sa construction même, ce moulinet reste immobile dans un courant d'air horizontal, tourne dans un sens quand le vent a une composante verticale ascendante, et dans l'autre sens quand le vent a une composante verticale descendante. Toutefois, l'observation de cet instrument présente de grandes difficultés : il peut tourner, même dans un courant parfaitement horizontal, si la vitesse du vent n'est pas rigoureusement la même aux deux extrémités du diamètre du moulinet; et il suffit pour cela du plus petit obstacle.

Résumé des observations. — Ce qui frappe tout d'abord dans l'observation du vent au sommet de la Tour Eiffel, c'est la force tout à fait imprévue qu'il possède déjà à 300 mètres de hauteur; sa vitesse moyenne est de 7^m,05 par seconde, soit plus de 25 kilomètres à l'heure. Pendant la même période, un instrument identique à celui de la Tour Eiffel, placé sur la tourelle du Bureau Central Météorologique, à 21 mètres au-dessus du sol et à une distance horizontale d'environ 500 mètres de la Tour, indiquait seulement une vitesse moyenne de 2^m,24, c'est-à-dire un peu moins du tiers de ce qu'on observait au sommet de la Tour. On savait bien que la vitesse du vent augmente avec la hauteur puisque, près du sol, les mouvements de l'air sont gênés et retardés par le frottement contre toutes les aspérités, collines, maisons, arbres, etc., mais on n'admettait pas jusqu'ici une loi de variation aussi rapide. Ce fait a une très grande importance pour les études relatives à la navigation aérienne; il importe, en effet, de savoir pendant combien de temps, en moyenne, la vitesse du vent reste en dessous de telle ou telle valeur contre laquelle peut lutter avantageusement la machine du ballon dirigeable. Or, pendant la période qui va de 1889 à 1900, la vitesse du vent à 300 mètres a été pendant 59 pour 100 du temps supérieure à 8 mètres par seconde, et pendant 21 pour 100 supérieure à 10 mètres.

Les observations anémométriques de la Tour Eiffel ont mis en évidence un autre fait encore plus imprévu que la grandeur de la vitesse du vent : c'est la manière dont cette vitesse varie régulièrement dans le cours de la journée.

Au Bureau météorologique, comme du reste dans toutes les stations basses, la vitesse est le plus faible vers le lever du Soleil (1^m,6 à 3 heures du matin) et le plus forte au milieu du jour (4^m,1 à 1 heure du soir). A la Tour Eiffel, au contraire, la plus petite vitesse (3^m,4) s'observe entre 9 et 10 heures du matin, et la plus grande se produit au milieu de la nuit (8^m,8 à 11 heures du soir). C'est presque exactement ce qui se passe au sommet des montagnes, comme au Puy de Dôme et au Pic du Midi, où la vitesse du vent est maximum pendant la nuit et minimum au milieu du jour, suivant ainsi une marche inverse de celle des régions basses. Cette inversion est encore plus nettement mise en évidence si l'on forme le rapport des vitesses du vent à la Tour Eiffel et au bureau météorologique. Ce rapport est le plus grand et égal à 5 entre 2 et 4 heures du matin; le plus petit est égal à 2 entre 10 heures du matin et 3 heures du soir; sa variation diurne présente exactement la forme caractéristique de celle de la vitesse du vent sur les montagnes. C'est certainement la première fois que l'on signale une variation semblable à une hauteur aussi faible dans l'atmosphère.

Au point de vue de la vitesse du vent, considérée soit dans sa grandeur absolue, soit dans sa variation diurne, la Tour Eiffel se rapproche donc beaucoup plus des stations de montagnes que des stations ordinaires. Il en est encore de même pour la température. En admettant, comme d'ordinaire, une décroissance de 1° pour 180 mètres d'altitude, le thermomètre devrait être constamment plus bas de 1°,6 au sommet de la Tour qu'au niveau du sol.

Or, dans tous les mois sans exception, au moment du maximum diurne, la température au sommet de la Tour est plus basse qu'au pied; la différence est même beaucoup plus grande que la valeur théorique 1°,6 que nous avons indiquée; les journées sont donc relativement froides au sommet. Par contre, les nuits sont très chaudes : non seulement la différence entre le sommet et la base n'atteint pas 1°,6, mais c'est le sommet qui est le plus chaud en valeur absolue. Au sommet de la Tour, les journées sont donc relativement fraîches et les nuits chaudes; l'amplitude de la variation diurne de la température est beaucoup moindre que près du sol.

La cause principale de ces différences est la faiblesse des pouvoirs absorbant et émissif de l'air, qui s'échauffe très peu, directement, pendant le jour et se refroidit aussi très peu pendant la nuit : la variation diurne de la température, à une certaine hauteur dans l'air libre, doit donc être petite; elle devient plus grande dans les couches inférieures de l'atmosphère, auxquelles se communiquent par contact les variations de température considérables que subit le sol. Dans les 200 ou 300 premiers mètres d'air à partir du sol, la décroissance de la température est ainsi très rapide le jour et très lente la nuit, et même il fait normalement plus chaud à une certaine hauteur que près du sol, la nuit durant, quand le temps est calme et beau. Ces considérations sont vérifiées de la manière la plus complète par les observations de la Tour; dans les nuits calmes et claires, en particulier, la température y est fréquemment de 5° à 6° plus haute au sommet qu'à la base.

Des différences analogues ont été observées fréquemment dans les observatoires de montagnes; mais elles y sont beaucoup moins marquées. C'est que, dans ces stations, la masse de la montagne exerce encore une influence considérable, tandis qu'à la Tour Eiffel, on est réellement dans l'air libre.

C'est ainsi que l'amplitude de la variation diurne de la température à la Tour Eiffel, à 336 mètres au-dessus du niveau de la mer, est presque égale et même plutôt inférieure à celle que l'on observe au sommet du Puy de Dôme, à 1.470 mètres.

La marche annuelle de la température au sommet de la Tour suit les mêmes lois que la variation diurne; la température moyenne est plus basse que la température normale pendant la saison chaude, et plus élevée, au contraire, pendant la saison froide.

En dehors de ces causes régulières, des causes accidentelles peuvent produire des différences de température encore plus remarquables entre le haut et le bas de la Tour Eiffel.

Au moment des changements de temps, la modification se manifeste parfois complètement à 300 mètres de hauteur, plusieurs heures et même plusieurs jours avant de se produire près du sol; et voilà bien, comme nous le disions tout à l'heure, les instabilités ou coupures caractéristiques qu'il faudrait se garder de perdre dans les moyennes.

Les observations de température, aussi bien que celles de la vitesse du vent, montrent ainsi, d'une manière tout à fait imprévue, à quel point les conditions météorologiques, à 300 mètres seulement de hauteur, peuvent différer de celles que l'on observe près du sol. Malgré son altitude relativement faible, la station météorologique de la Tour Eiffel est donc des plus intéressantes; c'est la première qui nous donne réellement des observations faites dans l'air libre, en dehors

de l'influence du sol, et il est probable qu'elle réserve encore aux météorologistes plus d'une surprise et plus d'un enseignement.

§ 3. — Chimie

La distribution des prix à l'Institut de Chimie appliquée. — Le 13 juillet a eu lieu, sous la présidence de M. Darboux, doyen de la Faculté des Sciences, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, à l'annexe de la Faculté des Sciences, 3 rue Michelet, la distribution des médailles, des prix, des diplômes et des certificats décernés annuellement aux élèves de l'Institut de Chimie appliquée. Cet enseignement intéresse au plus haut point l'Industrie nationale, qui y trouve, chaque année, un recrutement de jeunes chimistes bien préparés aux recherches de laboratoire, véritables collaborateurs de nos grands industriels de la région parisienne et de celle du Nord de la France.

M. H. Moissan, directeur de l'Institut de Chimie appliquée, a d'abord retracé les progrès accomplis pendant l'année écoulée; il a pu féliciter les étudiants de leur zèle intelligent et l'Université de Paris de ses libéralités et de son dévouement envers nos laboratoires. Le directeur a eu le regret de constater que les bâtiments sont en très mauvais état. Il rappelle que les élèves ont été obligés parfois de chausser des sabots lorsque, par une pluie d'orage, l'inondation a gagné les laboratoires. Et cependant, la Chimie appliquée est appelée à rendre de grands services au pays. Il est indigne de Paris de constater que l'un de ses enseignements les plus importants est insuffisamment armé pour soutenir la concurrence étrangère; sous prétexte qu'en France, le le provisoire seul peut durer, nous ne pouvons pourtant admettre que l'on abandonne un enseignement aussi utile. Plusieurs fois, le sol s'est affaissé dans les laboratoires de la rue Michelet et les conduites d'eau et de gaz menacent ruine. Et, comme conclusion, M. Moissan remarque qu'une reconstruction s'impose.

M. Expert-Besançon a pris ensuite la parole et a insisté, avec beaucoup d'opportunité et de tact, sur les qualités morales du chimiste, qui, par son honnêteté, comme par son talent, aide à la fondation de ces grandes maisons industrielles, où l'honneur de bien faire passe au-dessus du souci des bénéfices à réaliser.

M. Darboux a terminé la série des discours par une spirituelle allocution fort applaudie. Il suit avec le plus grand intérêt le développement de l'Institut de Chimie appliquée et il est heureux du travail et des progrès des élèves. Il leur souhaite de bonnes vacances et il leur remet ensuite les diplômes de chimiste de la Faculté.

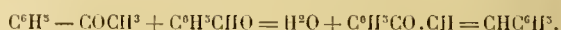
Nous rappelons que l'Institut de Chimie appliquée reprendra ses cours le 1^{er} novembre et que les élèves qui désirent suivre son enseignement passeront l'examen d'entrée dans la seconde quinzaine d'octobre.

La production électrothermique du ferrosilicium. — A la suite de la note que nous avons consacrée à la production du ferrosilicium dans notre numéro du 30 juin (p. 555), M. Keller nous écrit que la Compagnie électrothermique Keller, Leleux et C^{ie} fabrique actuellement en France, d'une façon courante, des alliages variés de fer et de silicium, et particulièrement des ferrosiliciums à haute teneur (50 à 86 %).

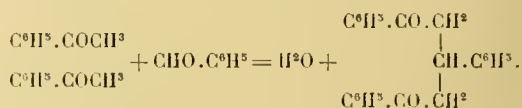
A ce propos, M. Keller nous fait remarquer que l'usine de Meran (Tyrol) ne fabrique pas des ferrosiliciums à 83 % de silicium (p. 556, 10^e ligne), mais des ferrosiliciums à 21,5 % de silicium avec un rendement de 83 % en silicium. L'usine de la Compagnie électrothermique est la seule qui produise industriellement, en grande masse, les ferrosiliciums à 80 % de silicium.

Condensation de la phényl-éthylcétone avec la benzaldéhyde. — L'acétophénone peut se condenser avec la benzaldéhyde de trois manières différentes :

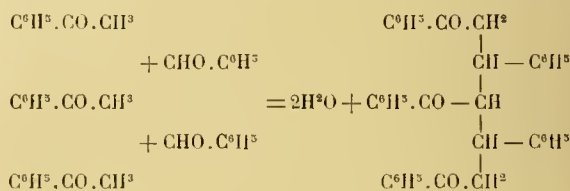
1^o Une molécule d'acétophénone avec une molécule de benzaldéhyde donne la benzalacétophénone¹ :



2^o Deux molécules d'acétophénone avec une molécule de benzaldéhyde donnent la benzaldiacétophénone ou 2-phényl-1 : 3-dibenzoylpropane² :



3^o Enfin trois molécules d'acétophénone avec deux molécules de benzaldéhyde donnent deux stéréoisomères de la dibenzaltriacétophénone ou 2-4-diphényl-1-3-5-tribenzoylpropane :

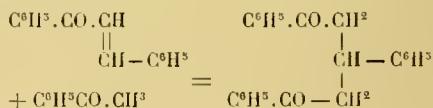


Les cétones de la forme R.CO.CH²R', par exemple la phényléthylcétone C⁶H⁵.CO.CH²CH³, ne donnent pas la troisième forme de cette condensation.

La formation des composés précédents peut s'expliquer de la façon suivante, d'après M. R. D. Abell³ :

1^o Une molécule d'acétophénone se condense avec une molécule de benzaldéhyde pour former la benzalacétophénone.

2^o La benzalacétophénone s'additionne avec une molécule d'acétophénone :



3^o La formation du troisième composé s'explique de même.

Dans la première et la seconde de ces réactions, le groupe —CO.CH²— est présent dans l'acétophénone, tandis que, dans la troisième, il n'existe pas dans la dicétone-1-3.

Si, maintenant, la phényléthylcétone prend la place de l'acétophénone, cette substance contient aussi le groupe —CO—CH²— et l'on doit s'attendre à obtenir les réactions (1) et (2), mais pas la troisième, parce que la dicétone-1-3 (2-phényl-1-3-diméthyl-1-3-dibenzoylpropane) ne contient pas ce groupe.

Les expériences instituées par M. Abell confirment pleinement cette manière de voir.

Le cellose, un nouveau sucre tiré de la cellulose. — On sait que l'amidon, chauffé avec un acide étendu, finit par se transformer intégralement en glucose. Ce phénomène, étudié avec soins, a permis de concevoir l'amidon comme un anhydride particulier du glucose dans lequel 5, 6, ... n molécules de ce sucre se seraient soudées les unes aux autres en perdant successivement 4, 5, ... n-1 molécules d'eau.

La cellulose se comporte de la même manière; mais, comme elle est plus résistante, on suppose qu'avec une constitution analogue elle possède un degré de condensation plus élevé, autrement dit que le nombre de molécules de glucose y est plus grand que dans l'amidon.

¹ CLAISEN et CLAPARÈDE : *Ber.*, t. XIV, 2464; CLAISEN : *Ber.*, t. XX, 655.

² KOSTANECKI et ROSSBACH : *Ber.*, t. XXIX p. 1492.

³ R.-D. ABELL : *J. of the Chem. Soc.*, t. LXXIX, p. 928.

MM. H. Skraup et J. König viennent de montrer, dans un travail très intéressant, qu'il existe entre l'amidon et la cellulose une différence plus profonde.

En saponifiant par la potasse le produit qui résulte de l'action de l'anhydride acétique sur la cellulose, ils ont préparé un nouveau sucre, le cellose, ayant pour formule $C^{12}H^{22}O^{11}$, dédoublable, par fixation d'eau, en deux molécules de glucose.

Ce nouveau sucre, convenablement purifié, est une poudre cristalline, soluble dans environ 8 fois son poids d'eau froide, très soluble dans l'eau chaude, presque insoluble au contraire dans l'alcool absolu. Sa saveur est très faible et il ne fermente qu'avec difficulté. Il réduit énergiquement la liqueur de Fehling, est doué de la multirotation et tourne finalement le plan de la lumière polarisée de $33^{\circ}7$.

D'après ces propriétés, il ne saurait être confondu avec le maltose, qu'on obtient en faisant réagir la diastase sur l'amidon. Comme, d'autre part, il possède la même formule, il faut bien admettre que la cellulose et l'amidon diffèrent autrement que par leur degré de condensation moléculaire, que la façon dont les molécules de glucose y sont associées entre aussi en ligne de compte. C'est là une donnée entièrement nouvelle dont l'intérêt ne saurait échapper, même au point de vue de la Physiologie végétale.

§ 4. — Zoologie

Le lait utérin chez quelques Poissons. — Chez divers Elasmobranches, on sait que les œufs, au lieu d'être pondus au dehors, se développent dans l'utérus de la mère; quand l'embryon a consommé son vitellus, le sac vitellin, très vasculaire, s'applique contre la paroi utérine, également très vasculaire, et forme un placenta vitellin (*Muotelus*, *Carcharias*). Il peut y avoir parfois encore, comme le décrit Alcock¹ pour cinq espèces des genres *Trygon*, *Pteroplatea* et *Myliobatis*: l'embryon vit d'abord sur l'abondant vitellus de l'œuf, et, quand celui-ci est absorbé, le sac vitellin s'atrophie au lieu de former un placenta; il ne se développe pas de membranes enveloppantes, de sorte que le fœtus se trouve entièrement à nu dans la cavité utérine. Les parois de cette cavité, d'autre part, sont recouvertes de nombreuses villosités sécrétrices, renfermant un abondant réseau sanguin, dans les mailles duquel s'enfoncent des follicules tubulaires. Ces follicules, très nombreux, sécrètent un liquide gras et visqueux, quelquefois d'apparence crémense, ayant un goût douceux, qui contient beaucoup de noyaux et de corpuscules en suspension; ce liquide est coagulable par la chaleur, et contient de l'albumine et de la graisse, mais pas de sucre.

Le lait utérin est peut-être absorbé directement par le fœtus; quelquefois, des faisceaux de villosités passent à travers ses évents jusque dans le pharynx; en tout cas, on a trouvé à plusieurs reprises le lait utérin non modifié dans l'intestin spiral du fœtus, ce qui ne permet pas de douter que ce liquide est bien absorbé par le jeune Sélacien.

§ 5. — Géographie et Colonisation

La Mission Lenfant. — On sait que l'arrangement franco-anglais pour la délimitation des territoires du Niger, signé à Paris, le 14 juin 1898, avait prévu la cession à bail à la France, pour trente années au moins, de deux enclaves sur le Niger, l'une à l'embouchure, l'autre en amont, entre Léaba et le confluent de la rivière Moûssa. On avait eu par là en vue d'éviter que la navigation du Niger, libre en vertu de l'Acte général de Berlin de 1885, ne subisse plus désormais d'entraves. Ce fut une Commission mixte, dirigée par le commandant

Toutée et le commandant anglais Lugard, qui détermina l'emplacement de ces enclaves, l'une sur la branche Forcados, l'autre devant Badjibo, où, en 1895, M. Toutée avait déjà, aussi sur la rive droite, élevé le fort d'Arenberg.

La Mission à la tête de laquelle a été placé M. le capitaine d'artillerie coloniale Lenfant, a été précisément chargée de prendre possession de ces deux enclaves et, en même temps, de transporter par la voie du fleuve le ravitaillement de Say et du troisième Territoire militaire de l'Afrique Occidentale, qui est commandé par le colonel Péroz et qui comprend la région de Zinder, du Niger au lac Tchad. Il peut être intéressant de signaler les données que la Mission a rapportées sur la navigabilité du Niger.

Le capitaine Lenfant est parti du Havre sur le *Conseil* le 29 janvier 1901; il était accompagné des lieutenants de Peyronnet et Anthoine, de trois sous-officiers européens et de trente-six aptots. Sa flottille se composait de quinze chalands en bois et de cinq chalands en acier. Elle portait dix mille caisses de vivres et deux mille caisses d'outillage.

Le 21 février, la Mission arriva à Forcados-River. Les rives sont vaseuses, couvertes de palétuviers, et l'enclave est le seul coin de terre et de sable de la région. Le débarquement de huit mille caisses s'effectua sans encombre, et le capitaine Lenfant, laissant dans l'enclave un sous-officier chargé de l'organiser, se mit de suite en route pour Badjibo-Arenberg, la seconde enclave, avec l'aide du remorqueur à vapeur *Liberty* qu'il avait pu louer, grâce à l'obligeance des autorités anglaises.

La montée fut difficile, la crue ayant été très faible cette année dans le bas fleuve. Cependant, la Mission parvint le 13 mars à Lokodja et le 25 à Géba. Elle fut bientôt après à Badjibo, et le capitaine Lenfant, ayant organisé la seconde enclave comme il l'avait fait pour la première, en repartit au commencement d'avril afin de franchir les rapides au moment le plus favorable, avec soixante tonnes de marchandises réparties en mille neuf cents caisses. Nos compatriotes allaient maintenant aborder la région dangereuse des rapides; il fallut au capitaine Lenfant et à ses collaborateurs une remarquable habileté et d'énergiques efforts pour triompher des difficultés qu'ils rencontrèrent.

Le 8 avril, les rapides d'Orou furent franchis; le 10, ceux de K'patashi; le 22, ceux de Garafiri et de Boussa. A la date du 27, le convoi avait remonté deux chutes, cinq grands rapides, vingt petits rapides et de nombreuses cascades. Au cours de cette dangereuse navigation, aucun homme n'avait été sérieusement blessé, aucun chaland n'avait été brisé. La mission arriva le 7 mai à Gaya, le premier poste français, et le 23 mai à Say. Le capitaine Lenfant remonta ensuite jusqu'à Sorbo Haoussa, le port du troisième Territoire et y débarqua cinquante-quatre tonnes de matériel destinées à la colonne Péroz; puis il redescendit à Say, où il arriva le 8 juin. La descente ayant été rendue plus difficile par la baisse des eaux du fleuve, le capitaine Lenfant décida de demeurer à Say jusqu'à la crue du milieu de juillet, pour remonter à cette époque vers Ansonjo.

La Mission avait donc accompli avec le succès le plus complet sa pénible et périlleuse tâche. Si, en raison de la saison tardive et de la baisse des eaux, l'opération avait été difficile et dangereuse, la Mission avait pu conclure néanmoins que le ravitaillement par le fleuve pouvait être facile et pratique à l'époque des hautes eaux. Ainsi se trouve démontrée la possibilité pour nous d'user de la voie du bas Niger, malgré les rapides qui gênent une partie de son cours, comme de la route actuellement la plus courte et la plus économique qui puisse nous mettre en communication avec Say. Mais s'il en est ainsi, pour le moment au moins, il ne faut pas perdre de vue que, dans quelques années, nous devons avoir une voie entièrement française de pénétration sur le fleuve: c'est le chemin de fer qui doit relier Porto-Novo au Niger à travers le Dahomey et son hinterland.

Gustave Regelsperger

¹ *Zoological Gleanings from the R. I. M. Survey Ship Investigator*, Scientific memoirs by medical officers of the army India, part XII, 1901, p. 35.

L'ALCOOLISME DANS L'EURE AU XIX^e SIÈCLE

La question de l'alcoolisme est devenue d'une telle importance qu'elle a aujourd'hui conquis la première place parmi les préoccupations des sociologues. De nombreux travaux, publiés aussi bien en France qu'à l'Étranger, ont démontré les déplorable résultats de l'intoxication éthylique au point de vue social.

Dans le même ordre d'idées, nous avons cherché

inquiétants, et de nature à émouvoir les esprits les plus optimistes.

1. — DÉVELOPPEMENT DE LA CONSOMMATION ALCOOLIQUE.

La statistique officielle donne à l'Eure le second rang parmi les départements normands classés selon l'importance de leur consommation alcoo-



Fig. 1. — Tableau comparatif du mouvement de la population, de la consommation alcoolique et du nombre des débits de boissons dans l'Eure, depuis 1827.

à établir le bilan de l'alcoolisme dans un département normand, l'Eure, pendant la plus grande partie du XIX^e siècle. Cette étude porte sur une région riche, salubre, fertile, où les causes de décadence devraient être minimales, mais où, malheureusement, l'intoxication des habitants est intense.

Après avoir examiné le développement de la consommation alcoolique, nous en montrerons les conséquences économiques et sociales. Notre travail est, avant tout, une œuvre de statistique, et les tableaux graphiques résument de longues colonnes de chiffres. Les résultats obtenus sont extrêmement

liquide, le premier étant attribué à la Seine-Inférieure. Si l'on considère que ce dernier contient une énorme population flottante (marins des ports, étrangers, baigneurs des villes d'eau), qui boit beaucoup et augmente le chiffre de l'alcool absorbé sans que l'habitant en prenne sa part; si l'on considère également que, l'Eure étant un pays essentiellement rural, les bouilleurs de cru y sont infiniment plus nombreux, on peut admettre que l'Eure est probablement le département normand qui absorbe le plus d'eau-de-vie.

Le développement de l'alcoolisme dans l'Eure

pendant le XIX^e siècle a été prodigieux. Afin de s'en rendre compte dans son ensemble, nous avons tracé le graphique ci-contre, qui indique, pour chaque année, de 1827 à 1898, l'effectif de la population et le total d'hectolitres d'alcool consommé (fig. 1).

En examinant la courbe de l'alcool, on voit que, tout en étant d'une façon générale ascensionnelle, elle présente d'assez grandes irrégularités. La marche de la consommation éthylique de l'Eure peut donc être divisée en plusieurs périodes.

De 1827 à 1847 : *Période d'augmentation progressive*. Le chiffre des hectolitres d'alcool monte peu à peu :

1827.	8.652
1830.	9.202
1835.	10.819
1837.	11.001
1838.	12.285
1840.	14.181
1842.	15.338
1844.	16.033
1847.	17.351

De 1848 à 1857 : *Période de diminution*, présentant deux grands minima :

1848.	14.839
1854.	12.678

La faible consommation de cette époque a peut-être un certain rapport avec la Révolution de Février et les troubles politiques ou sociaux qui la suivirent. Notons aussi que la loi restrictive des cabarets date de 1851. Il est curieux de rapprocher cette diminution du même fait constaté pour le Finistère dans un précédent travail¹.

De 1858 à 1871 : *Période stationnaire*. La consommation, qui s'était élevée en 1858 à 20.000 hectolitres environ, oscille pendant quinze ans autour de ce chiffre.

De 1872 à 1898 : *Période d'augmentation excessive et brusque*, surtout à partir de 1879. La courbe fait un véritable saut.

1873.	24.541 hectolitres.
1875.	27.863 —
1880.	30.071 —
1882.	44.385 —
1884.	46.755 —
1891.	56.652 —

A quoi attribuer cet énorme accroissement survenu en quelques années ? Deux événements importants méritent d'attirer notre attention à ce sujet :

Le 14 décembre 1875, l'Assemblée nationale rétablissait le privilège des bouilleurs de cru.

Le 17 juillet 1880 était promulguée la loi autorisant l'ouverture de tout débit de boissons après une simple déclaration.

A notre avis, le principal facteur de l'accroissement éthylique survenu dans l'Eure depuis 1873 doit être attribué aux bouilleurs de cru. Au fur et à mesure que la production du cidre s'élève, leur nombre augmente, passant de 16.250 en 1887 à 23.733 en 1895, et l'eau-de-vie devient de plus en plus abondante. Le graphique 2 fait parfaitement ressortir la vérité de ce que nous avançons.

Quant à la loi sur les débits, elle semble avoir exercé une influence moins néfaste. La consommation éthylique a doublé, il est vrai, depuis 1880; mais ce fait n'est peut-être pas imputable aux cabarets, car le chiffre en était déjà si élevé qu'il est resté à peu près stationnaire.

En recherchant la quantité d'eau-de-vie-absorbée par tête et par année, on arrive au même résultat que celui donné par le graphique de l'alcool :

De 1825 à 1845 : augmentation progressive de 2^l à 4^l,08.

De 1845 à 1855 : diminution de 4^l,08 à 3^l,43.

De 1855 à 1870 : période stationnaire.

De 1875 à 1890 : augmentation prodigieuse et très rapide de 7^l,45 à 16 litres.

Les chiffres de notre statistique portent sur l'alcool ramené à 100°, ainsi que le fait l'Administration des Contributions indirectes. L'eau-de-vie, telle qu'elle est bue, marque environ 50°, de sorte que les 16 litres de 1898 représentent en réalité 32 litres d'eau-de-vie par tête, pendant le cours de l'année. Étant donné qu'un litre contient 40 petits verres, nous arrivons au total de 1.280 petits verres.

Déduction faite des jeunes enfants, des femmes et des gens sobres, l'alcool n'est guère consommé que par 1/3 des habitants; on voit donc que le buveur du département de l'Eure absorbe annuellement 96 litres d'eau-de-vie commerciale, représentant la valeur de 3.800 petits verres.

Si ce nombre paraît incroyable, et si l'on doute de nos renseignements, il nous est possible de citer le nom d'un petit village de 300 habitants où les débitants vendent 1.000 litres d'eau-de-vie par mois.

II. — DÉBITS DE BOISSON.

L'énorme développement alcoolique a été accompagné d'une multiplication des débits.

Les cafés et les cabarets sont des établissements indispensables dans notre société moderne. Ils offrent des lieux de réunion et de rendez-vous d'affaires très licites à beaucoup de personnes qui n'en ont pas d'autres. Malheureusement, ils servent aussi trop souvent à la satisfaction d'un goût funeste. L'expérience a montré que la consommation éthylique n'est pas toujours en rapport avec le nombre des cafés. En Suisse, par exemple, le

¹ D^r RAOUL LEROY : L'alcoolisme dans le Finistère au XIX^e siècle, dans les *Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale*, février 1900.

Conseil fédéral a remarqué que le montant d'hectolitres absorbés était précisément plus fort dans les cantons qui avaient le moins de cafés. Toutefois, leur abondance est une tentation pour quantité de gens, recrutés en général dans la partie la moins éclairée de la population.

Au cabaret, l'homme oublie le travail et l'ordre : il y trouve la misère. Que reste-t-il pour la vie, quand le tiers ou la moitié du salaire passe en boisson ?

Dans le département de l'Eure, les débits pullulent ; il n'y a pas d'agglomération, si petite soit-elle, qui ne compte quelques cabarets. Leur chiffre semble même avoir atteint toute limite possible, car il descend un peu depuis 1882, certainement en raison de la dépopulation (fig. 1).

Voici quelle en a été la progression depuis 1827.

Eure.

1827.	2.565	soit 1 débit pour	164	habitants.
1833.	2.992	—	141	—
1850.	3.857	—	107	—
1860.	3.679	—	108	—
1870.	4.138	—	91	—
1880.	4.709	—	77	—
1890.	4.793	—	70	—
1898.	4.639	—	70	—

France (non compris Paris).

1870.	1 débit pour	109	habitants.
1880.	—	104	—
1890.	—	94	—
1898.	—	94	—

Le chiffre de 70 habitants pour un débit est inouï, si l'on considère que l'Eure est un pays agricole, récoltant beaucoup de pommes, où le nombre des bouilleurs de cru est considérable. En ne comptant que la population adulte, on arrive au chiffre de 23 personnes pour entretenir un cabaretier.

Si nous en croyons un curieux passage que nous avons rencontré dans la collection du *Musée des Familles*, il y a nombre d'années que la profession d'aubergiste est lucrative en Normandie : « Quand on n'est pas herbager en Normandie, il faut être aubergiste. La cuisine est en permanence. On ne vide les verres que pour remplir les brocs. Si l'on vend des bœufs, c'est au cabaret ; si l'on achète des bœufs, c'est au cabaret. Le cabaret est la Bourse. Si l'on se rencontre, c'est pour entrer au cabaret ; si l'on part, on entre au cabaret ; si l'on arrive, on s'embrasse au cabaret ; si l'on pleure, on se console au cabaret. Le cabaret consomme ce que l'herbage produit. On ne saurait parler sans boire. Comme en Belgique on offre une choppe de bière à son voisin, en Normandie on offre une tasse de café au passant... Le café aide aux transactions ; mais il est toujours accompagné des demoiselles du Calvados. Honni soit qui mal y pense ! Il ne s'agit ici ni de Paphos, ni de Cythère : les

demoiselles du Calvados sont des petits verres très grands qui contiennent à peu près la valeur de deux à trois verres à liqueur... En Normandie, les estomacs sont doublés de zinc et les gosiers à l'épreuve du feu. A la fin d'un repas, l'usage veut que les convives prennent le café, le pousse-café, la pousette, la rincette et la surrincette. On parle ici des gens sobres. Les autres ne comptent pas¹ ».

Il est instructif d'examiner quelle a été l'influence de la législation sur le nombre des débits. De 1852 à 1880, les cabarets ont été sous le régime de la loi du 29 décembre 1851, exigeant pour l'ouverture la permission préalable de l'autorité administrative. La figure 1 nous apprend que, à partir de 1851, le chiffre de débits descend peu à peu jusqu'à 1858 et tombe de 4.058 à 3.318. Il remonte ensuite progressivement, l'Administration s'étant probablement montrée plus tolérante.

La loi du 17 juillet 1880, qui subsiste encore, abroge cette disposition et permet l'ouverture de tout café après simple déclaration. Le montant des débits a augmenté de 230 pendant l'année qui a suivi la promulgation de cette loi, de 10 seulement l'année suivante. Il a diminué légèrement depuis 1882, mais moins rapidement que le nombre des habitants, de sorte que, toute proportion gardée, le total des cabarets reste de plus en plus scandaleux.

III. — L'ALCOOL ET LE CIDRE.

« Le Parisien s'imagine encore que les Normands boivent du cidre...! Ils boivent de l'eau-de-vie, et dans des proportions effrayantes », dit M. le D^r Brunon. Cette spirituelle boutade ne doit pas être prise à la lettre : le cidre est toujours la boisson habituelle des Normands.

La production du cidre augmente d'année en année depuis le commencement du siècle. Jusqu'en 1863, la consommation de cette boisson dans l'Eure a varié entre 160.000 et 240.000 hectolitres. Elle s'est considérablement développée depuis cette époque, pour atteindre, dans les années de bonne récolte, un chiffre colossal. Ces années privilégiées sont :

1875.	727.000	hectolitres.
1877.	501.000	—
1886.	672.000	—
1893.	967.000	—
1894.	1.525.000	—
1895.	954.000	—

Cette quantité énorme d'hectolitres sera certainement dépassée cette année, en raison de l'abondance exceptionnelle des pommes en 1900.

Quelle corrélation existe-t-il entre la consommation du cidre et celle de l'alcool ? Les avis sont pro-

¹ AMÉDÉE ACHARD : Voyage en France. Normandie, dans le *Musée des Familles*, 1852.

fondément divisés sur ce point. Certains économistes soutiennent que les années de cidre sont des années de faible consommation éthylique et que le cultivateur ne s'adresse aux spiritueux que pour compenser l'alcool, qui fait défaut dans la boisson, lors de la disette des pommes. Nos recherches prouvent le contraire, et la figure 2, mettant en parallèle la consommation du cidre et de l'eau-de-vie, l'indique très nettement. Les faits sont là, irréfutables, pour montrer qu'on n'a jamais absorbé autant d'alcool dans l'Eure, que du jour où le cidre est devenu très abondant.

tout illusoire et qui disparaît au fur et à mesure que la provision s'épuise. 1901 est également une année exceptionnelle. On a distillé des quantités énormes de cidre et les cultivateurs ont fait provision de calvados. Nous sommes persuadé que l'alcoolisme va sévir avec une nouvelle intensité; l'avenir dira si nos prévisions sont justes.

IV. — L'ALCOOL ET LE VIN.

Le cidre n'est pas l'unique boisson des Normands; le vin joue également un certain rôle dans

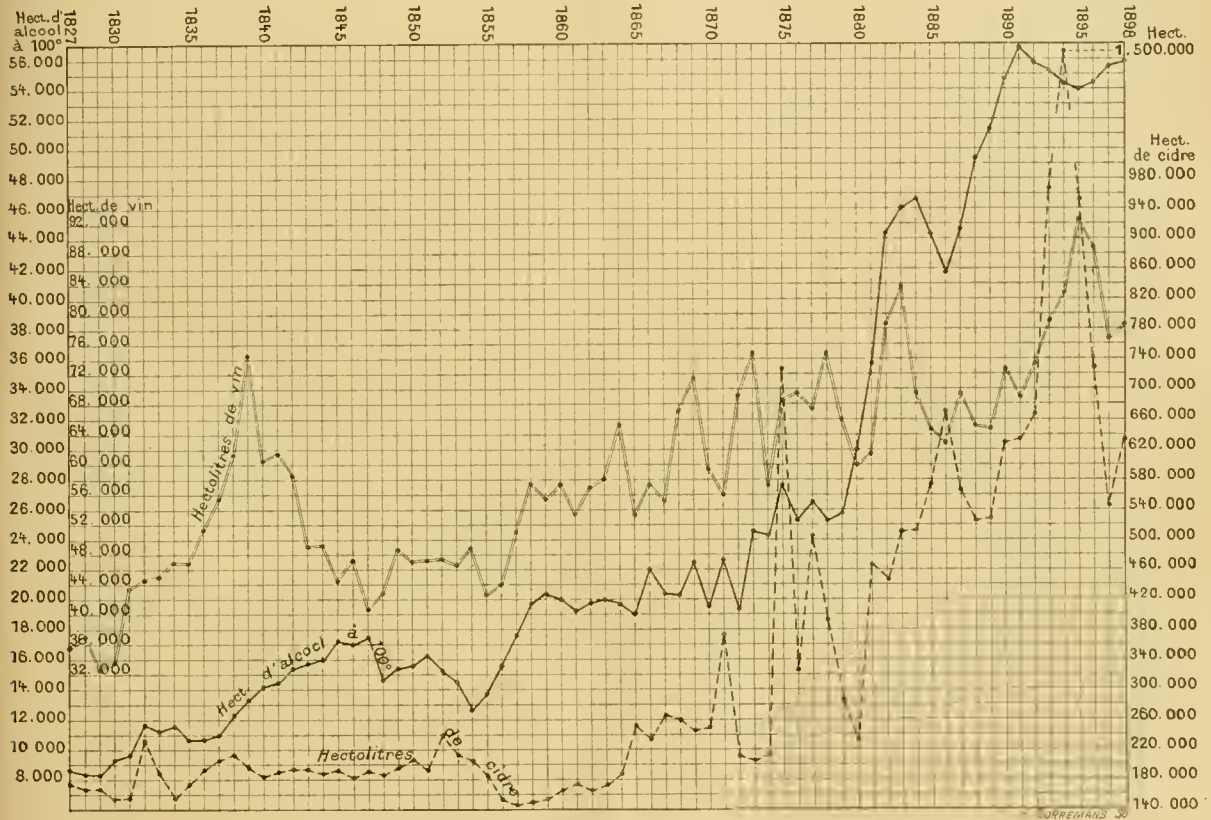


Fig. 2. — Consommation de l'alcool, du vin et du cidre dans l'Eure, depuis 1827.

Quand la récolte des pommes est faible, le propriétaire commence par fabriquer sa provision de cidre, et vend le surplus un bon prix; il n'a pas intérêt à distiller. Si, au contraire, les fruits abondent, les tonneaux sont vite pleins, la mévente arrive, et l'alambic transforme la boisson en eau-de-vie. Telle est la façon dont les choses se passent à la campagne. Les bonnes années de pommes remplissent les caves d'alcool. Nous connaissons des personnes qui ont encore en réserve des stocks considérables de calvados provenant de la grande récolte de 1893.

C'est à cette accumulation d'eau-de-vie dans le pays qu'est due la baisse de l'alcool constatée par les Contributions indirectes depuis 1894, baisse

l'alimentation, et a été, de tout temps, connu et apprécié. C'est une boisson de luxe, qui ne laisse pas d'être commune dans les bonnes maisons.

La consommation du vin n'a fait que croître dans l'Eure depuis de longues années, sauf pendant la période 1843-1848, correspondant aux ravages des vignobles français par l'oïdium :

1830. . . .	33.430 hectol.	soit	710	par habitant.
1850. . . .	47.664	—	11,4	—
1860. . . .	59.947	—	14,5	—
1870. . . .	59.787	—	15,8	—
1880. . . .	60.020	—	16,4	—
1890. . . .	72.588	—	20,8	—
1895. . . .	92.258	—	27,0	—

Il est intéressant de rechercher s'il existe quelque connexion entre le vin et l'alcool.

La figure 2 nous apprend que leur consommation semble le plus souvent augmenter ou diminuer parallèlement : années 1875, 1882, 1886, 1891, 1895.

D'après l'étude de nos documents, on voit que la progression de la consommation a porté à la fois sur l'alcool, le cidre et le vin. Ce fait est imputable au développement de la richesse publique. Partout les terres sont mieux labourées, mieux engraisées ; les jachères ont disparu. Les procédés agricoles ont été perfectionnés. Même progrès du côté de l'industrie : des usines se sont installées sur les cours d'eau, apportant la prospérité dans les vallées.

Ce favorable changement, survenu depuis moins de cinquante ans, a transformé les conditions de l'existence. Les salaires des journaliers, les gages des domestiques, valets de ferme, charretiers, ont bénéficié dans ce pays d'une hausse plus marquée que dans les autres provinces de la France. Il en est résulté une amélioration considérable du bien-être général. On vit mieux qu'autrefois ; d'où l'accroissement des différentes boissons. Malheureusement, le Normand n'a pas su profiter en sage des bienfaits de la civilisation. L'alcool qui déprave et qui tue a eu ses préférences. Nous allons examiner quelles en ont été les suites au point de vue social (population, criminalité, suicides, aliénation, etc.).

V. — L'ALCOOL ET LA POPULATION.

La Normandie est une des contrées de la France où la dépopulation se fait le plus vivement sentir. Il ne s'agit pas seulement d'un ralentissement dans l'augmentation normale des habitants, mais d'une diminution très appréciable par la baisse du total des naissances, à laquelle se joint, dans certaines régions, l'accroissement sensible du chiffre de la mortalité. La Manche, le Calvados, l'Orne et l'Eure ont aujourd'hui une population bien inférieure à celle constatée en 1801. La Seine-Inférieure doit son meilleur rang à l'immigration dans les deux grands centres, Rouen et Le Havre, ainsi qu'à la natalité encore forte de ses marins.

Cette situation dépend avant tout d'un état d'esprit profondément inquiétant : on est résolu à ne plus avoir d'enfants, ou du moins à en limiter le nombre, et cela dans un pur profit égoïste. Chacun veut jouir le plus possible de l'existence sans augmenter ses charges ; chacun ne veut mettre au monde que des hommes aisés, heureux ou, tout au moins, supposés tels. Ce sont les moins pauvres qui se livrent à ce calcul, alors que l'intérêt général exige des familles nombreuses chez les riches, afin de pouvoir compter sur cette bonne moyenne de capacités et de qualités qui fait la valeur d'un peuple. Une telle manière d'envisager la vie humaine finira par tuer dans son germe toute énergie

créatrice. Le Normand meurt de sa richesse. Étrange objectif, que celui qui fait sortir la stérilité et le néant de l'opulence elle-même !

Le département de l'Eure comptait en 1841 423.780 habitants ; le recensement de 1896 n'en accusait plus que 340.652 ; soit, en cinquante-cinq ans, une diminution de 83.000 — 1.500 par année. Celle-ci serait même encore beaucoup plus considérable, si elle n'était un peu compensée par la venue d'éléments étrangers. Les domestiques, les ouvriers ruraux, les petits métayers d'origine bretonne sont très nombreux, et on peut prévoir l'époque où les Normands de race deviendront l'exception.

Cette décroissance du nombre des habitants offre ce caractère particulier d'être absolument constante, régulière, paraissant en cela obéir à une règle fixe. Le mal remonte loin ; avant de diminuer, la population était restée sensiblement stationnaire pendant de longues années et cette période de *statu quo* avait été précédée au xviii^e siècle par un ralentissement d'augmentation, que des esprits éclairés n'hésitaient pas, non plus, à rattacher à la continence volontaire⁴.

C'est là, assurément, le facteur primordial ; mais est-ce le seul ? La question est assez importante pour retenir quelque temps l'attention.

Le graphique 3, qui met sous les yeux du lecteur la natalité et la mortalité dans l'Eure, depuis 1828, parle avec assez d'éloquence pour nous dispenser de longs commentaires.

En examinant le rapport du chiffre des naissances et des décès à celui de la population, nous arrivons aux résultats suivants :

1^o Le total des naissances a diminué :

1831-1840.	20	naissances	pour 1.000 hab.
1851-1860.	49	—	—
1871-1880.	49	—	—
1891-1898.	48	—	—

2^o Inversement, le total des décès a augmenté :

1831-1840.	22	décès	pour 1.000 hab.
1851-1860.	23	—	—
1871-1880.	23	—	—
1891-1898.	26	—	—

Ainsi, la dépopulation du département de l'Eure n'est pas seulement imputable au faible développement de la natalité, mais encore à l'augmentation de la mortalité. Alors que, sous l'influence de l'hygiène et des progrès de la science, la mortalité générale de la France diminuait dans de notables proportions et passait de 25 pour 1.000 habitants en 1820, à 23 en 1890, celle de l'Eure suivait une progression inverse.

⁴ Lire, à ce sujet, le Mémoire de M. Louis Passy, à l'Académie des Sciences morales, 1863.

Cette pénible constatation n'est pas faite pour surprendre le médecin qui connaît l'influence désastreuse des excès alcooliques sur l'économie. L'abus prolongé des spiritueux détermine dans tous les appareils de l'organisme une série de troubles fonctionnels, prélude d'accidents d'un ordre beaucoup plus grave, constitués par des lésions irrémédiables. L'estomac commence par présenter des troubles dyspeptiques, aboutissant le plus souvent à la gastrite alcoolique simple et, dans certains cas, à la gastrite alcoolique ulcé-

De plus, l'intoxication éthylique prédispose singulièrement à la tuberculose, et tous les praticiens savent que les maladies infectieuses (pneumonie, érysipèle, fièvre typhoïde, etc.) offrent, chez les ivrognes, des formes particulièrement graves et souvent mortelles.

Diverses Compagnies anglaises d'assurance sur la vie ont démontré irréfutablement que les personnes qui s'abstiennent absolument de toute boisson spiritueuse vivent plus longtemps, et offrent moins de jours de maladies que les autres.

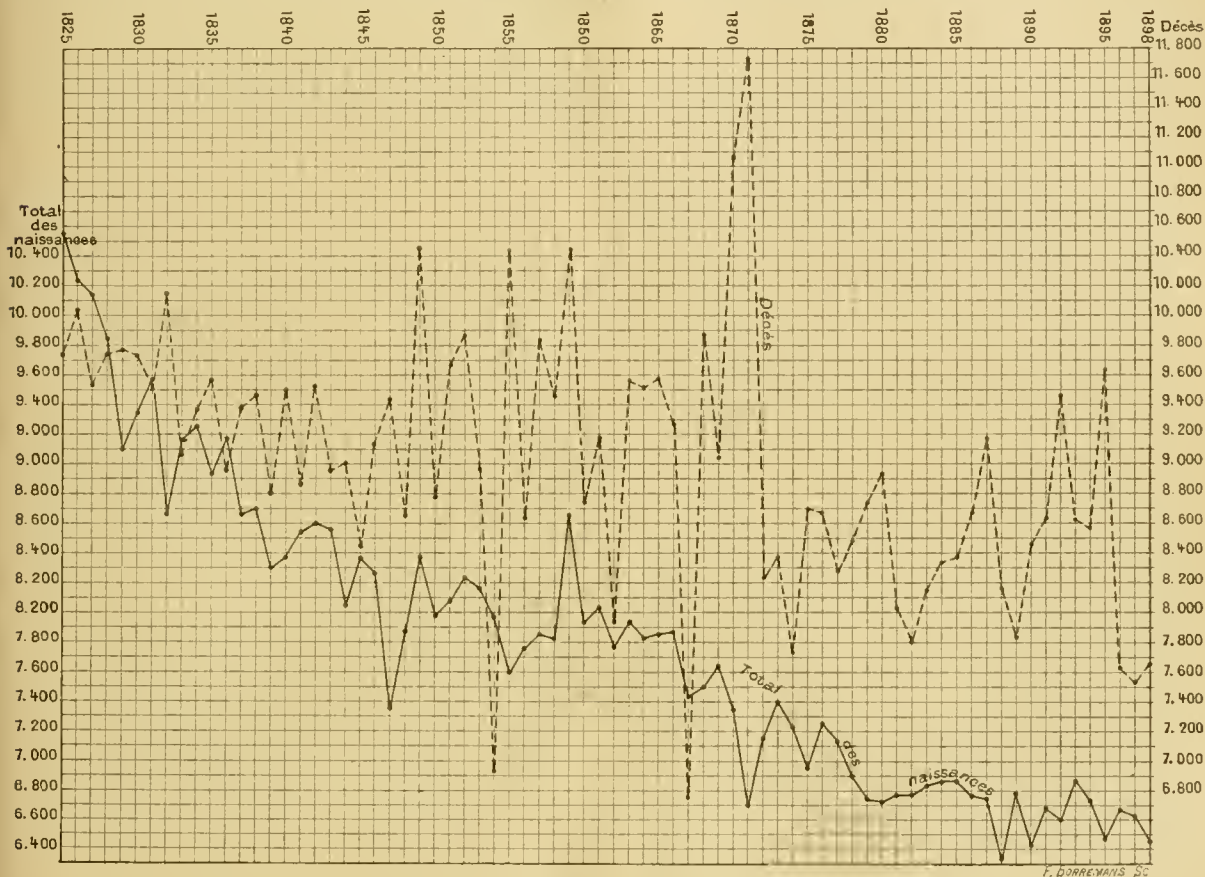


Fig. 3. — Natalité et mortalité dans le département de l'Eure, depuis 1825.

reuse, comme l'a indiqué Leudet, de Rouen⁴.

Le foie, à la suite des congestions à répétitions provoquées par les boissons fermentées (Claude Bernard), finit par devenir cirrhotique ou graisseux. Le cœur et les reins subissent également la dégénérescence graisseuse. Les artères s'infiltrent de sels calcaires, se sclérosent et cèdent ensuite à la pression sanguine, produisant alors des anévrysmes, des hémorragies cérébrales, etc. Cazalis a dit que l'homme avait l'âge de ses artères; l'alcoolique, même adolescent, est donc, qu'on nous passe l'expression, un jeune vieillard.

Voici quelques chiffres empruntés au D^r Drysdale⁵ :

Mortalité des assurés sur la vie de la Compagnie « Le Sceptre », de 1884 à 1889.

	NOMBRE des morts calculées	NOMBRE des morts effectives	%
Section générale	569	434	76,27
Section des abstinents.	249	143	57,42

Donc, 18,85 % de cas de mort en moins dans la section des abstinents que dans la section générale.

⁴ LEUDET : Des ulcères de l'estomac à la suite des boissons alcooliques, *Congrès méd.-chirurg. de Rouen*, 1863.

⁵ DRYSDALE : The comparative Death-rate of total Abstainers and moderate Drinkers, London, 1890.

*Mortalité des assurés sur la vie de la Compagnie
« Temperance and General Provident Institution »,
de 1866 à 1881.*

	NOMBRE de morts calculées	NOMBRE de morts effectives	%
Section générale. . . .	4,080	4,014	99
Section des abstinents.	2,418	1,704	70

Donc, 29 %, de cas de mort de moins chez les abstinents.

*Morbidité hebdomadaire (1866 à 1881) chez chacun des assurés
des sociétés de secours mutuels.*

	M. V. EXP. RURAL TOWNS and city Distr. (abstinentes)	M. EXPERIENCE Rural Districts (non abstinentes)	FORESTERS (non abstinentes)
7,40 semaines	26,20 semaines	24,68 semaines	27,66 semaines

Ces considérations expliquent clairement pourquoi l'Eure, pays sain et riche, a une mortalité considérable. D'après nos observations personnelles et celles de nos confrères amis, la tuberculose fait des ravages de plus en plus marqués; les affections de l'estomac sont si générales (entre autres la dyspepsie flatulente et l'ulcère rond), que tous les médecins normands en ont été frappés; les affections hépatiques se voient couramment, et le nombre des artérioscléreux augmente de jour en jour.

Un autre raison de l'accroissement des décès réside dans la grande mortalité des enfants par suite de l'alcoolisme infantile. Les troubles nerveux du bas âge sont extrêmement fréquents, et il n'est pas rare de voir les nourrissons présenter des convulsions par le fait de l'intempérance de la nourrice. Nous en connaissons deux exemples remarquables, et M. le professeur Brouardel, doyen de la Faculté de Médecine de Paris, nous citait récemment le cas d'un de ses élèves, établi dans la région, qui avait dû proscrire l'allaitement maternel dans une partie de sa clientèle en raison de l'ivrognerie invétérée des mamans. De plus, les fils de buveurs sont en général malingres, chétifs, prédisposés à toutes les maladies. « Les alcooliques, dit M. Coste, transmettent leur infirmité constitutionnelle à leurs enfants. Ceux-ci naissent frappés au coin de la débilité physique ou de la débilité mentale. Tantôt ils meurent en bas âge; tantôt ils sont scrofuleux, rachitiques; tantôt ils deviennent phthisiques à la puberté. Ces dénouements sont bien cruels; mais le châtement de l'intempérance des parents est encore plus terrible, quand les enfants sont idiots ou faibles d'esprit; plus terrible encore, quand les enfants, intelligents à certains égards, sont vicieux, sans moralité, criminels: toutes conséquences d'un déséquilibre natif qui a son origine dans l'état constitutionnel des ascendants. »

La question, si grosse de conséquences, de la

dépopulation du département de l'Eure est, sans doute, fort complexe, et il n'entre pas dans notre rôle de l'examiner sous toutes ses faces. Disons seulement que deux des causes principales sont l'abaissement de la natalité et l'augmentation de la mortalité. Si la première semble au-dessus de notre atteinte et nécessite un changement radical dans l'état d'esprit des habitants, la seconde n'est pas inaccessible à nos moyens. Il était utile de montrer l'importance du mal alcoolique dans la genèse de tant d'affections mortelles. Les règles de l'hygiène (la première est la tempérance) sont destinées à étendre la durée de la vie. Espérer que le Normand, devenu sobre, saura mieux conserver sa santé dans l'intérêt de sa race n'a rien qui soit au-dessus des chances probables.

VI. — L'ALCOOL ET LA CRIMINALITÉ.

Il suffit de lire les faits divers des journaux pour se rendre compte du rôle immense de l'alcoolisme dans la criminalité. La conscience et le sens moral s'obscurcissent vite chez le buveur; grossier, cynique, paresseux, il devient indélicat, malhonnête, se laisse aller à tous ses mauvais penchants et arrive, tôt ou tard, à avoir affaire avec la justice. L'alcoolisé est susceptible, ombrageux, souvent agressif et batailleur; ses colères violentes, non motivées, le poussent à l'homicide. Que de crimes épouvantables ne sont que le résultat de l'excitation éthylique!

Déjà Dumesnil citait ces mots qu'avait prononcés un échevin de Rouen en 1349: « De vingt bandits ou routiers, messires, dix-neuf se sont formés au cabaret ». Le mal est encore décuplé par l'alcoolisme héréditaire. Chez les enfants d'ivrognes, la tare originelle se révèle non seulement par des anomalies physiques ou mentales, mais encore par des monstruosité dans la sphère morale. Le criminel-né se rencontre le plus souvent dans les familles adonnées à l'intempérance.

Les prisons sont peuplées de malheureux êtres totalement avilis par cette dégradante passion. M. Marambat, greffier de Sainte-Pélagie, a étudié l'action de l'alcool sur 2.950 prisonniers parisiens. Il a trouvé, comme alcooliques, 88 % condamnés pour coups et blessures, 79 % pour attentats aux mœurs, 78 % pour vagabondage, 70 % pour vols, 57 % pour incendies et 53 % pour homicides.

Une constatation inverse et plus intéressante encore a été faite en Irlande vers 1810. Un capucin, le Père Mathew, mena à cette époque dans le pays une vive campagne antialcoolique. Sous l'influence de ses prédications, le nombre des buveurs baissa considérablement: 237 débits de boissons dispa-

rurent, une des prisons de Dublin fut fermée; le nombre des détenus tomba de 3.200 à 1.600, et, au lieu de 59 exécutions capitales, il n'y en eut plus qu'une seule.

Puisque l'influence du développement alcoolique sur la criminalité est telle, on ne saurait s'étonner que la Seine-Inférieure et l'Eure arrivent en tête des départements qui fournissent le plus de crimes.

D'après les documents publiés par le Ministère de la Justice pour la période 1878-1887¹, au point de vue de la criminalité générale (Cour d'assises et tribunaux correctionnels réunis), le département de l'Eure occupait le 8^e rang, avec 742 accusés ou prévenus par 100.000 habitants, la moyenne annuelle de la France étant de 517.

Les sept départements pour lesquels on relève des chiffres plus élevés sont :

Bouches-du-Rhône	1.015
Corse	982
Seine	961
Alpes-Maritimes	909
Seine-Inférieure	834
Hérault	815
Seine-et-Oise	751
Eure	742

Si l'on considère que l'Eure ne compte pas une seule grande ville, a peu de centres industriels de quelque importance et un nombre d'étrangers infime, on doit reconnaître qu'un tel chiffre est énorme et qu'il n'existe pas en France de population rurale présentant un état moral aussi mauvais².

En recherchant les causes qui contribuent à un pareil résultat, on voit que les principales sont la *violence* et l'*immoralité*.

L'Eure vient, en effet, au 5^e rang des départements classés d'après le nombre des accusés pour assassinats, meurtres, coups et blessures :

Corse	322
Haute-Savoie	170
Alpes-Maritimes	154
Pas-de-Calais	146
Eure	137

et au 6^e rang relativement aux viols, attentats aux mœurs et adultères :

Seine	34
Bouches-du-Rhône	26
Alpes-Maritimes	25
Marne	24
Seine-Inférieure	23
Eure	22

Ces chiffres remontent à quinze ans. La Commission extra-parlementaire, instituée au Ministère des

Finances en vue d'élaborer la question du monopole de l'alcool (1896), a publié une statistique plus récente, comprenant les années 1891, 1892 et 1893. Celle-ci montre que l'Eure arrive actuellement à dépasser, comme criminalité, les départements urbains.

Voici quelques indications à ce sujet :

Classement des départements suivant la proportion par 1.000 habitants du nombre des individus annuellement condamnés par les Cours d'assises :

Corse	0,36
Alpes-Maritimes	0,23
Calvados	0,22
Eure	0,49
Bouches-du-Rhône	0,19
Seine	0,18
Var	0,16
Loire	0,15
Ille-et-Vilaine	0,14
Moyenne générale	0,09

Classement des départements suivant la proportion par 1.000 habitants du nombre des individus annuellement condamnés par les tribunaux correctionnels :

Corse	14,93
Eure	10,88
Seine-Inférieure	10,81
Hérault	10,44
Calvados	10,24
Seine-et-Oise	9,60
Alpes-Maritimes	9,55
Bouches-du-Rhône	9,46
Seine	9,44
Moyenne générale	5,33

L'Eure tend à prendre la première place; il l'occupe même pour les délits jugés par les tribunaux correctionnels, en faisant abstraction de la Corse.

Lorsqu'on examine dans son ensemble la criminalité dans l'Eure depuis soixante-quinze ans, la première chose à remarquer est que le total des accusés jugés par la Cour d'assises était beaucoup plus considérable autrefois qu'aujourd'hui. Il ne faut pas en conclure que les crimes ont diminué de fréquence. Depuis nombre d'années, en effet, l'instruction écarte les circonstances aggravantes afin d'assurer, par la juridiction correctionnelle, une répression plus prompte et de ne pas surcharger les Cours d'assises d'affaires ne présentant pas un réel caractère de gravité.

Si nous voulons juger sûrement l'état moral du pays, il importe, d'une part, de réunir les prévenus aux accusés et, d'autre part, d'étendre l'examen à une période suffisamment longue pour faire disparaître les exceptions pouvant se produire dans le cours d'une année. En suivant ces indications, nous obtenons les résultats suivants :

1841-1850	4,6 accusés ou prévenus pour 1.000 hab.
1861-1870	4,2 — —
1881-1890	8,8 — —

Ainsi, la criminalité dans l'Eure a doublé depuis trente ans, en même temps que la consommation

¹ *Compte rendu de l'administration de la justice criminelle pendant l'année 1887*, Imprimerie nationale, 1889.

² La Corse doit sa grande criminalité à une cause toute spéciale, dérivant des mœurs du pays.

annuelle d'eau-de-vie passait de 5 litres à 15 litres par habitant. Si l'alcool n'est pas la cause unique de ce mal sans cesse grandissant, il faut avouer qu'il y contribue pour une bonne part, car ce sont surtout les crimes violents, les attentats aux mœurs et les incendies, dont le chiffre s'accroît de jour en jour.

VII. — L'ALCOOL ET LES SUICIDES.

Dans un remarquable ouvrage¹, M. Durkeim dit, à propos de l'action alcoolique sur la marche des suicides : « Au premier abord, un rapport étroit

sité dans la Seine et dans les départements voisins; elle est déjà moins sombre en Normandie et n'atteint pas le Nord. La première se développe vers l'Ouest et va jusqu'au littoral de l'Océan; la seconde a une orientation inverse. Elle est très vite arrêtée dans la direction de l'Ouest par une limite qu'elle ne franchit pas; elle ne dépasse pas l'Eure et l'Eure-et-Loir, tandis qu'elle tend fortement vers l'Est. »

Il résulte des observations de M. Durkeim que les cartes de la consommation alcoolique et des suicides sont sensiblement comparables, à quel-

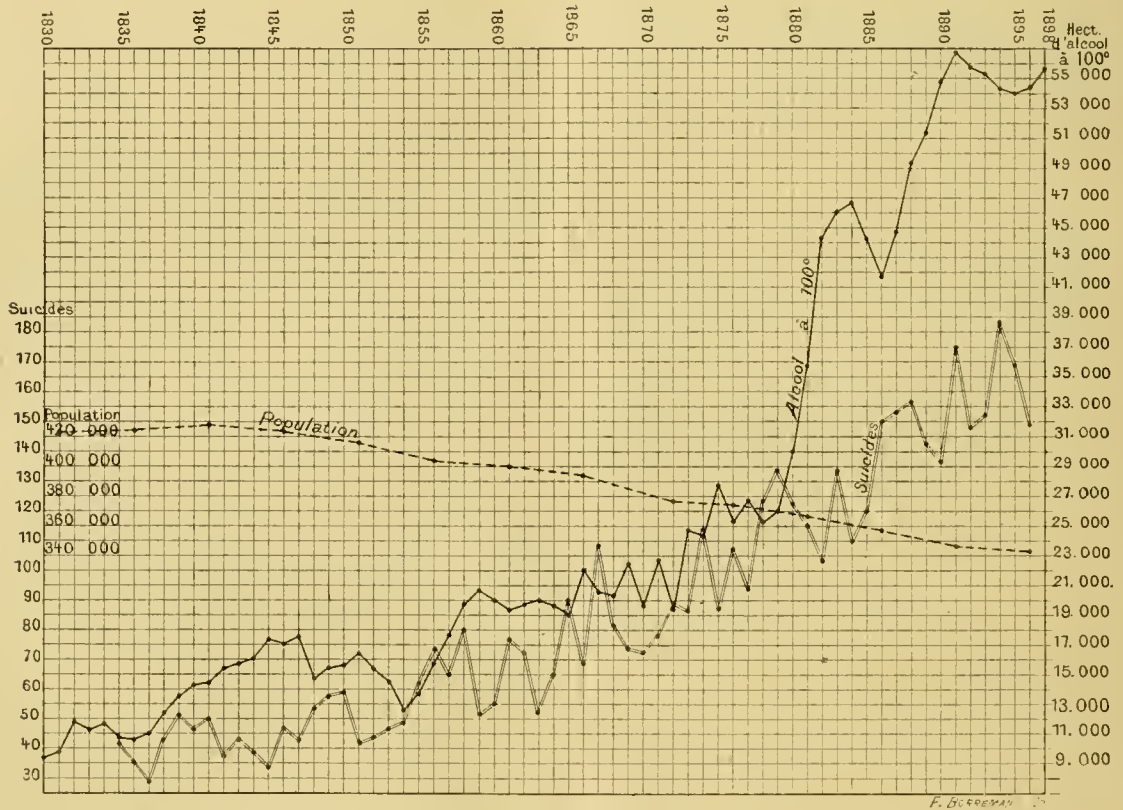


Fig. 4. — Marche de la consommation de l'alcool, de la population et des suicides dans l'Eure, depuis 1830.

paraît exister entre la quantité d'alcool consommé et la tendance au suicide, au moins pour ce qui concerne notre pays. En effet, c'est dans les départements septentrionaux qu'on boit le plus d'alcool, et c'est aussi sur cette même région que le suicide sévit avec le plus de violence.

« Mais d'abord, les deux taches n'ont pas du tout, sur les cartes, la même configuration. L'une a son maximum de relief en Normandie et dans le Nord, et elle se dégrade à mesure qu'elle descend vers Paris; c'est celle de la consommation alcoolique. L'autre, au contraire, a sa plus grande inten-

ques départements près. Le fait qu'elles ne le sont pas absolument ne prouve qu'une chose : l'alcoolisme n'est pas tout et le suicide dépend de plusieurs facteurs, comme le montre l'influence des races, de la richesse publique, des centres urbains, etc.

Si la Bretagne fournit peu de morts volontaires, malgré son intoxication éthylique considérable, ne peut-on pas attribuer ce résultat à la pauvreté du pays, à sa grande nuptialité ou bien à la prépondérance des idées religieuses? Si la carte des suicides a son maximum dans la Seine et les départements voisins, ne serait-ce pas grâce à la présence de Paris?

En étudiant la carte des suicides des départe-

¹ EMILE DURKEIM : *Le Suicide* (Bibliothèque de Philosophie contemporaine), 1897.

ments par arrondissements, on voit que, dans l'Eure, l'arrondissement de Pont-Audemer est le plus envahi par le fléau. Or, cette région est celle où le mal alcoolique atteint son maximum d'intensité.

Pour nous, nous considérons l'alcoolisme comme le facteur le plus important des suicides et nous ne craignons pas d'être démenti par nos confrères aliénistes en disant que les suicides des alcooliques sont d'une extrême fréquence, soit qu'effrayés par une hallucination terrifiante, ils croient échapper au danger en se jetant à l'eau ou en se précipitant d'une fenêtre, soit qu'ils se tuent à la suite de délires mélancoliques ou d'idées de persécution, si communes chez ces malades¹. De plus, les habitudes d'ivrognerie agissent d'une façon très puissante sur l'énergie morale qu'elles amoindrissent. L'homme qui boit, déprimé peu à peu par le poison, diminué dans sa volonté, s'exagère les difficultés de l'existence, se croit incapable de les surmonter et préfère en finir avec la vie.

Le département de l'Eure donne la preuve éclatante de l'influence de l'intempérance sur le développement du suicide. La progression des suicides y est parallèle à la progression de la consommation alcoolique (fig. 1).

Pour bien se rendre compte de la gravité du mal, il est bon de chercher le rapport des suicides avec la population, et de le comparer à la moyenne de la France :

PÉRIODES QUINQUENNALES	PROPORTION ANNUELLE sur 100.000 habitants	
	Eure	France
1836-1840	9	8
1841-1845	9	9
1846-1850	12	10
1851-1855	12	10,50
1856-1860	16	11
1861-1865	18	12
1866-1870	20	13
1871-1875	24	15
1876-1880	16	17
1881-1885	32	20
1886-1890	40	21
1891-1895	46	22

Que dire devant cette constatation ? Le total des suicides s'accroît chaque année dans des proportions effrayantes : il a doublé en cinquante ans, et dépasse aujourd'hui le double de la moyenne de la France. Cette marche ascendante a suivi pas à pas celle de l'alcool ; elle s'est surtout accentuée à partir de 1877, suivant en cela le bond énorme de la courbe éthylique. Le département de l'Eure, si pauvre en vies humaines, perd chaque année 150 à 200 êtres enlevés par le suicide. Il y a là un facteur de dépopulation qui ne doit pas être oublié.

¹ La *Gazette des Tribunaux* du 13 avril 1865 cite un exemple remarquable de suicide par suite d'alcoolisme dans une même famille. Les quatre frères Dufay étaient tous adonnés à l'ivrognerie la plus effrénée. L'aîné s'est jeté à

VIII. — L'ALCOOL ET LE SERVICE MILITAIRE.

L'abus des boissons spiritueuses exerce une action désastreuse sur la constitution humaine. Il arrête le développement de l'organisme, et diminue la vigueur corporelle. Nos lois militaires ordonnant chaque année, en vue du contingent, l'examen physique de tous les jeunes gens, il était utile de savoir s'il se dégagait quelque rapport constant entre le nombre des cas d'exemption et la marche de la consommation alcoolique. M. le sénateur Claude (des Vosges) relate ce fait que les départements de Meurthe-et-Moselle et des Vosges, renommés pour la validité de leurs recrues, ont accusé un chiffre de réformes considérable du jour où ces contrées, jadis sobres, se sont livrées à l'intempérance. M. Guillemet remarque, de son côté, que le département de la Seine-Inférieure, où il y avait, en 1873, 405 exemptés pour 6.604 inscrits, soit 6 %, comptait, en 1893, 1.680 exemptés pour 6.796 inscrits, soit 27 %.

Dans l'Eure, on n'observe pas la même progression. Le total des cas de réforme est singulièrement variable d'année en année, et la chose se comprend facilement si l'on considère que les Commissions se montrent plus ou moins sévères selon les instructions du Ministre et les appréciations individuelles des médecins militaires.

Afin de se rendre compte plus exactement de la valeur physique de chaque classe, il est préférable de négliger le nombre des jeunes gens ajournés, réformés ou placés dans l'armée auxiliaire, pour s'occuper uniquement du chiffre des hommes reconnus propres au service. On s'approche mieux ainsi de la vérité.

Le résultat obtenu indique que le pourcentage des hommes bons à être incorporés est moins élevé aujourd'hui qu'il y a vingt-cinq ans.

1875-1879	73 %
1880-1884	71
1885-1889	72
1890-1894	69
1895-1899	64

Cette diminution, surtout appréciable pour les cinq dernières années, donne la preuve de la déchéance imputable à l'alcoolisme des procréateurs.

IX. — L'ALCOOL ET L'ALIÉNATION.

L'aliénation mentale a suivi, au XIX^e siècle, un mouvement ascensionnel inquiétant. Les asiles sont partout encombrés, de nouveaux établissements s'ouvrent aussitôt complets, et les départe-

l'eau, le second s'est pendu, le troisième s'est coupé la gorge, et le quatrième s'est jeté d'une fenêtre.

ments voient leurs budgets obérés par ces charges. Une des causes de l'augmentation du nombre des fous hospitalisés réside dans la plus grande facilité de l'internement. Le législateur a voulu, dans un but de sécurité publique, retirer de la société les aliénés qu'on laissait autrefois en liberté, afin de les guérir ou tout au moins les mettre dans l'impossibilité de nuire. Des efforts inouis ont été faits dans ce sens, et ce n'est pas un des moindres titres du XIX^e siècle à la reconnaissance des générations futures.

Une autre raison, attristante celle-là, est l'ac-

L'intoxication ne se contente pas de frapper le buveur dans sa personne; elle le poursuit encore dans ses enfants, pendant la suite des générations. Les idiots, les imbéciles, les hystériques, les épileptiques, les dégénérés se retrouvent en grande partie parmi les descendants d'alcooliques. Déjà Hippocrate avait remarqué que les enfants conçus pendant l'ivresse étaient menacés des troubles physiques et psychiques les plus graves. Darwin admet que les enfants héritent jusqu'à la troisième génération des maladies engendrées par l'ivrognerie. Morel, Marcé, Roesch, Friedrich, etc., arrivent aux

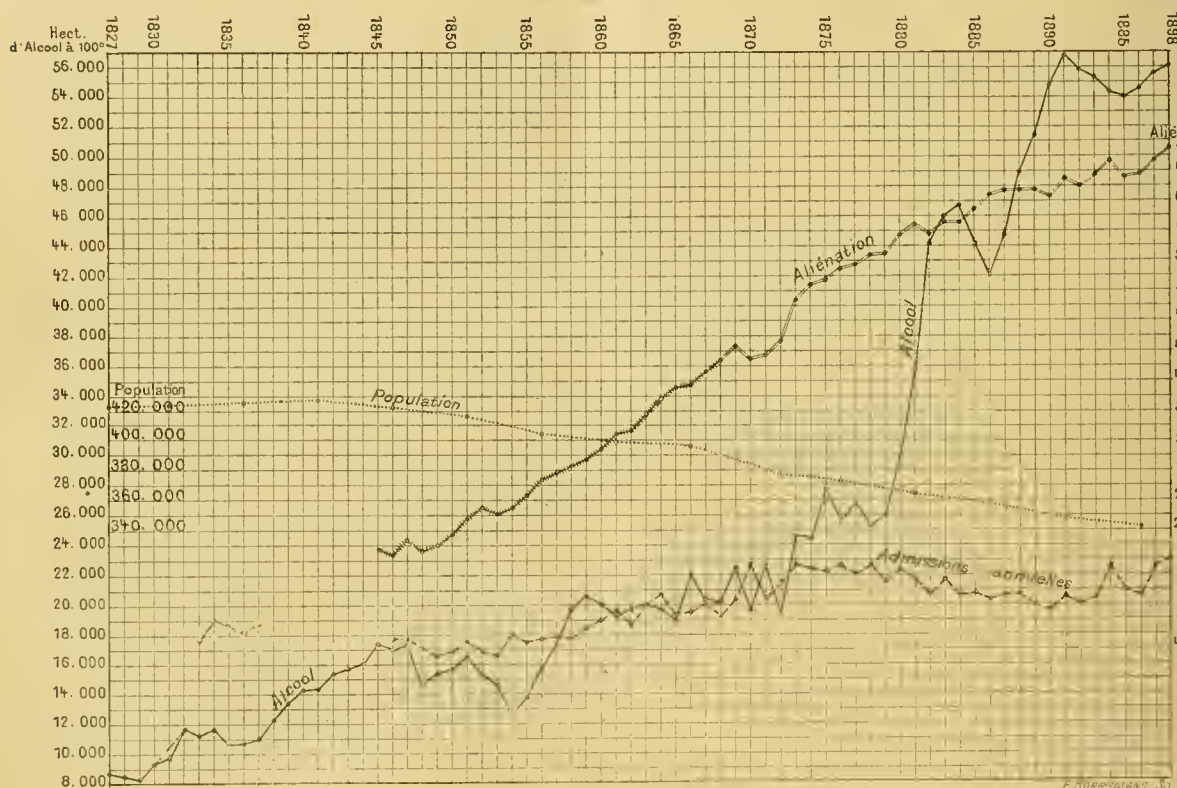


Fig. 5. — Marche de la consommation de l'alcool, de la population et de l'aliénation mentale dans l'Eure, depuis 1827.

croissement des aliénés par suite des progrès de l'alcoolisme. Tous les travaux contemporains ont montré l'étroite corrélation existant entre le développement de la consommation éthylique d'une contrée et la marche de la folie. L'alcool agit sur l'économie à la façon des toxiques qui imprègnent l'organisme tout entier, et y créent un état pathologique général. Il n'est pas, toutefois, de système organique plus fréquemment atteint que le système nerveux, et plus spécialement le cerveau. La cellule cérébrale présente une susceptibilité particulière vis-à-vis du poison alcoolique, surtout chez les prédisposés : l'ivresse n'est-elle pas une courte folie ? L'homme qui se livre chaque jour à l'intempérance arrive tôt ou tard, selon son degré d'énergie physique, au délire ou à la démence.

mêmes conclusions. Plus près de nous, M. le D^r Legrain s'est livré, à ce sujet, à une série de recherches fort instructives. Il a étudié 215 familles de buveurs, et en a observé la descendance jusqu'à la troisième génération. Le nombre d'individus nés de ces familles a été, pour les trois générations, de 814, sur lesquels 174 ont succombé prématurément. Sur les 640 restants, une centaine seulement ont joui d'un état physique et mental satisfaisant ; les autres ont donné lieu aux constatations suivantes :

- 62 étaient atteints de perversion morale,
- 173 avaient eu des convulsions infantiles,
- 131 ont présenté de l'hystérie ou de l'épilepsie,
- 145 étaient des aliénés.

Étant donné cette influence de l'alcoolisme sur la folie, il n'est pas étonnant que le département

de l'Eure présente un accroissement continu des cas d'aliénation. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur la figure 5, où nous avons mis en parallèle l'alcool, la population, le total des malades et le chiffre des admissions annuelles. On y voit que la courbe de l'aliénation suit une marche ascensionnelle, absolument régulière dans son ensemble, tandis que celle de la population baisse progressivement.

Ces documents nous permettent de nous rendre compte du rapport du nombre des fous à celui des habitants :

1841-1850.	40 aliénés en traitement par 100.000 hab.		
1851-1860.	63	—	—
1861-1870.	110	—	—
1871-1880.	142	—	—
1881-1890.	180	—	—
1891-1898.	199	—	—

Au point de vue du chiffre des admissions annuelles, la proportion est celle-ci :

1851-1860.	14 admissions par 100.000 hab.		
1861-1870.	23	—	—
1871-1880.	37	—	—
1881-1890.	32	—	—
1891-1898.	39	—	—

L'augmentation du nombre des aliénés est due, sans aucun doute, à l'alcoolisme. La statistique montre, en effet, que le chiffre des vésanies proprement dites a plutôt tendance à diminuer, tandis que celui des alcooliques et des dégénérés de toute nature se multiplie dans des proportions effrayantes. La physionomie de l'Asile d'Évreux a complètement changé depuis vingt-cinq ans. Les agités, les grands délirants ont pour la plupart disparu, remplacés par des débiles. La moyenne de l'intelligence des malades qui entrent chaque année diminue de plus en plus. Nous avons fait également la même remarque dans notre étude sur l'Asile de Quimper.

D'où vient donc ce changement, cette accentuation de la dégénérescence, alors qu'en internant les aliénés, en les empêchant de faire souche, on faisait la meilleure prophylaxie de l'aliénation ? Les travaux de Morel, de notre maître M. le D^r Magnan, et de nombre de ses élèves, nous l'apprennent avec surabondance de preuves. La raison de cette dégénérescence, c'est le fléau éthylique, qui, en intoxiquant les procréateurs, multiplie le nombre de familles tarées, et abâtardit la race.

Les renseignements que nous sommes à même de recueillir sur les antécédents héréditaires nous confirment chaque jour dans cette opinion. Souvent le malade compte un aliéné dans ses ascendants ; plus souvent encore, peut-être, ses parents se livrent à des excès de boisson. L'hérédo-alcoolique a, pour ainsi dire, le délire en puissance.

Son père a pu absorber de grandes quantités de boisson avant de succomber : lui, au contraire, né avec le goût des liqueurs fortes, délire à la moindre infraction aux règles de l'hygiène. C'est avec raison qu'on a pu dire que l'alcool était la pierre de touche du dégénéré ; son intoxication se traduit par un véritable accès d'aliénation, et cet accès n'est pas le délire alcoolique (il n'a pas le temps d'y arriver), c'est une des formes complexes sous lesquelles se révèle le délire des prédisposés.

Le rapport si documenté de M. le sénateur Claude, des Vosges, donne, pour la proportion d'alcoolisés traités à l'Asile départemental de l'Eure, les chiffres de 28 % des admissions annuelles chez les hommes, et de 7 % chez les femmes, et cela pour la période 1871-1885.

Depuis 1885, le nombre des admissions alcooliques oscille autour de 30 % pour les hommes, et 8 % pour les femmes. Beaucoup de ces malades sont internés à la suite d'un examen médico-légal qui les a reconnus irresponsables de l'acte criminel commis par eux. Nous comprenons dans ce chiffre de 30 % les alcooliques purs et les dégénérés alcoolisés, ceux-ci étant beaucoup plus nombreux que ceux-là.

Quant à la question si intéressante du rapport de la paralysie générale et de l'alcoolisme, il n'est peut-être pas inutile de noter ce fait que le nombre des paralytiques généraux est resté à peu près stationnaire depuis l'ouverture de l'Asile, et qu'il n'a nullement suivi la progression de la consommation alcoolique.

En 1899, sur 108 aliénés de l'Eure entrés pour la première fois, il existait 11 paralytiques généraux, soit près de 10 %. En 1895, ce rapport était de 12 pour 120, soit 10 %. Les chiffres des années précédentes donnent sensiblement la même proportion.

X. — CONSÉQUENCES FINANCIÈRES.

« Si vous avez l'illusion que nous avons épuisé la liste de nos misères, hâtez-vous de la perdre. Tout se tient dans une société, les intérêts comme les citoyens, et nous serions trop heureux si, après avoir payé à la folie, au crime et à la décrépitude d'aussi lourdes dîmes, nous avions au moins la consolation de sauver le numéraire. Croyez-vous que ce soit impunément pour les deniers publics que nous tenons enfermés des milliers d'aliénés alcooliques ou fils d'alcooliques, que nous gardons sous clef les milliers de malfaiteurs que nous devons à l'alcool, que nous hospitalisons les infirmes, les épileptiques et les idiots ? Croyez-vous que le chômage du lundi de paresse, que le repos forcé dû à la maladie n'ont pas de répercussion du côté de la bourse des con-

tribuables? Quand les bras chôment, l'estomac ne chôme pas; il faut nourrir les affamés sans pain, il faut réchauffer les petits qui grelottent quand le père se tue au cabaret. Où l'Assistance publique puise-t-elle ses ressources? Qui fera le décompte de l'argent gâché pour la seule satisfaction d'impulsions malades, de passions grossières, de jouissances malsaines ou de préjugés néfastes? Il serait temps de dire bien haut où va l'argent¹. » (Legrain.)

M. Rochard² a essayé d'évaluer, pour l'année 1881, les dépenses occasionnées en France par l'alcool. Il estime le prix de l'eau-de-vie consommée à 90 millions, le coût des journées de travail perdues à 960 millions, les frais de traitement pour maladie à 70 millions, les frais d'internement des aliénés à 3 millions, les frais de répression pour les crimes à 9 millions, et le coût des suicides et des morts accidentelles à 5 millions. C'est un total de 1 milliard 438 millions, et cette somme colossale est considérablement dépassée aujourd'hui, puisque l'impôt sur les spiritueux a produit à lui seul 236 millions en 1894.

Si le même travail était fait pour le département de l'Eure, on serait probablement effrayé du résultat. Sans traiter à fond cette question, nous pouvons tout au moins donner quelques renseignements.

Le budget départemental est de plus en plus obéré chaque année par les dépenses d'assistance publique. Depuis cinquante ans, les frais occasionnés par le traitement des aliénés indigents ont triplé, alors que la construction d'un asile aurait dû, l'installation une fois payée, diminuer les charges des contribuables. En 1850, la somme consacrée à ce service était de 86.000 francs, y compris la contribution des communes et des familles; en 1860, elle s'élevait à 134.000. Voici la progression depuis l'ouverture de l'Asile d'Évreux :

1870.	182.000 francs.
1880.	235.000 —
1885.	251.000 —
1890.	259.000 —
1895.	267.000 —

Le service des enfants assistés, comprenant les enfants trouvés et ceux moralement abandonnés, a nécessité la même progression de dépenses, progression portant principalement sur ces derniers. La loi du 24 juillet 1889 a voulu retirer aux parents indignes les malheureux enfants qui, livrés à eux-mêmes et poussés au vice par les mauvais exemples, étaient voués, fatalement, à l'ignorance, au vaga-

bondage, au vol, à la prostitution, etc. Cette loi, essentiellement humanitaire et de préservation sociale, est appelée à retirer de l'armée du crime, pour en faire des travailleurs et des honnêtes gens, quantité d'infortunés qui auraient été corrompus par l'influence du milieu. Ce sont les tribunaux qui prononcent la déchéance paternelle, et confient les droits de garde et de tutelle des enfants à l'Assistance publique.

Il faut lire les considérants des jugements pour se rendre compte du rôle immense de l'alcoolisme dans l'indignité des parents. Partout ou presque partout c'est la même histoire lamentable : « le père ou la mère se livrent à l'ivrognerie la plus effrénée, et sont d'une inconduite notoire ».

De 1850 à 1899, les tribunaux du département de l'Eure ont rendu 283 jugements de déchéance paternelle, sur lesquels 226 ont eu pour cause primordiale l'intempérance scandaleuse des parents. Étant donné les mœurs du pays, on ne saurait s'étonner que le nombre des pupilles de l'Assistance s'accroisse chaque année.

Il était de 186 en 1890, il s'approche de 700 en 1899, et ce n'est pas se montrer grand prophète que de prévoir une constante augmentation.

On se plaint journellement du poids des impôts, chacun répète à l'envi qu'on ne travaille plus « que pour le Gouvernement », que le Minotaure dévore tout, que le percepteur encaisse le fruit de tous les labeurs. Que dirait le contribuable si on venait lui prouver que cet argent des impôts directs, versé avec tant d'amertume, est moins considérable que celui donné volontairement à l'État pour satisfaire ses habitudes malsaines et ses vices? La chose est facile à faire, tout au moins pour l'habitant du département de l'Eure. Il suffit de relever, pour chaque année, le produit des impôts directs et celui des contributions indirectes concernant seulement les boissons et le tabac. On y trouvera un rapprochement intéressant.

Années	Impôts directs	CONTRIBUTIONS INDIRECTES		
		Boissons	Tabac	Total
1879.	9.826.000	2.567.000	4.916.000	4.483.000
1881.	9.405.000	2.921.000	4.949.000	4.870.000
1885.	9.546.000	5.474.000	4.305.000	9.780.000
1890.	9.820.000	5.897.000	4.108.000	9.905.000
1892.	8.878.000	6.260.000	4.022.000	10.282.000
1895.	9.036.000	5.143.000	3.924.000	9.067.000
1898.	9.163.000	6.199.000	4.005.000	10.204.000

Ainsi, depuis 1895, les habitants de l'Eure paient plus en contributions indirectes (alcool et tabac seulement) qu'en impôts directs, et, pour l'année 1898, la différence est d'un million.

Le rendement des boissons est passé de 2.500.000 francs en 1879, à 6.200.000 en 1898. Cette progression mérite d'autant plus d'être signalée que nous sommes ici dans un pays contenant

¹ Cité par M. GUILLEMET, dans le Rapport sur le monopole de la rectification de l'alcool, *Journal officiel*, 1897. Annexe n° 2.212.

² ROCHARD : L'alcool, son rôle dans les sociétés modernes, dans la *Revue des Deux Mondes*, 15 avril 1886.

25.000 bouilleurs de cru, et où, par conséquent, la plus grande partie de l'eau-de-vie consommée échappe au fisc.

XI. — CONCLUSIONS.

Quelle conclusion tirer de cette étude? L'alcoolisme est un mal qui anéantit les forces vives d'une nation. Il tue l'individu et, avant de le tuer, le déprave et l'avilit. En accroissant par la voie héréditaire la foule des faibles d'esprit, des criminels et des aliénés, le poison contribue, pour une large part, à la déchéance de la race. Perte du capital humain par la multiplication des morts prématurées, perte du capital intellectuel par l'accentuation de la dégénérescence, tel est le bilan de ce fléau. « L'alcool, a dit Gladstone, fait de nos jours plus de ravages que les trois maux historiques : la famine, la peste et la guerre. Plus que la famine et la peste, il décime ; plus que la guerre, il tue : — il fait plus, il déshonore. » Un peuple n'est puissant que par le nombre et la vigueur physique ou

morale de ses enfants. L'alcoolisme nous pousse donc peu à peu vers la décadence, par la soustraction incessante de forces sociales.

Entre toutes les régions de la France, la Normandie est menacée de ce péril. Sa population diminue tandis que monte le flot des criminels et des fous. Cette contrée, au climat tempéré, à la terre fertile, voit chaque année un grand nombre de ses enfants emportés par la maladie du suicide, maladie dont ils ne soupçonnent pas la cause. Après bien d'autres, nous venons signaler le danger dans ce pays qui nous est cher à plus d'un titre. La saine raison du Normand saura terrasser ce fléau, d'autant plus à craindre qu'il semble inaperçu. Elle le retiendra sur la pente qui l'entraîne. Nous sommes ici en présence d'un fonds si fécond de volonté forte, de calcul patient et de ressources matérielles. qu'on peut espérer de cette riche province un intelligent et courageux effort de relèvement¹.

D^r Raoul Leroy,

Médecin-adjoint de l'Asile des Aliénés d'Evreux.

L'INSCRIPTION DIRECTE DES COURANTS ÉLECTRIQUES VARIABLES DEUXIÈME PARTIE : APPLICATIONS DES OSCILLOGRAPHES A L'ÉTUDE DE L'ARC ÉLECTRIQUE

Les applications des oscillographes sont dès maintenant presque indéfinies, tant dans le Laboratoire que dans l'Industrie, pour l'étude de tous les phénomènes des courants alternatifs ou variables, de rapidité modérée. L'auteur a publié déjà plusieurs travaux de ce genre, et, à l'Étranger, divers physiciens¹ ont également employé les oscillographes avec succès.

Comme exemple particulièrement intéressant de ces applications, je reproduirai ici d'abord quelques courbes relatives à un phénomène plus complexe qu'il ne le paraît, celui de l'arc électrique à courants alternatifs; j'avais fait connaître déjà les principales propriétés de cet arc dans de précédents mémoires², et l'oscillographe m'a donné des vérifications très satisfaisantes. Cet appareil a permis de relever en quelques jours des courbes qu'il m'avait fallu jadis plusieurs mois pour obte-

nir moins parfaitement à l'aide de la méthode du contact instantané (dont l'invention remonte à M. Joubert).

Je signalerai ensuite les curieux effets relatifs à l'arc entre métaux et charbons, encore peu connu. Enfin je compléterai cette série d'exemples par une autre étude, encore inédite, sur l'arc pulsatoire et les conséquences qui s'en déduisent pour la théorie de la stabilité de l'arc continu.

I. — L'ARC ALTERNATIF ENTRE CHARBONS.

Les phototypes ci-joints (fig. 1 à 19), qui constituent la première publication d'oscillographie double qui ait été faite³, donnent les courbes de

¹ La place forcément restreinte dont nous disposions ne nous a pas permis d'aborder quelques questions accessoires; les personnes que le sujet intéresse les trouveront exposées dans le *Bulletin de la Société libre de l'Eure*.

² Ces relevés photographiques ont été exécutés il y a deux ans, sous ma direction, par mes assistants d'alors, MM. Dobkévitch, Teliernosvitoff, Duris et Farmer, à qui je tiens à exprimer ici tous mes remerciements pour leur habile et dévoué concours. (Travail exécuté au Laboratoire central d'Électricité.)

¹ Il convient de citer en particulier MM. Hotchkiss et Millis, Mac Kittrick, Duddell et Marchant.

² *La Lumière électrique*, 19 décembre 1891 et 6 septembre 1893, complétée, au sujet du décalage, dans *l'Industrie électrique*, 1895, p. 329.

l'intensité du courant dans l'arc entre charbons et de la différence de potentiel entre les pointes des crayons dans leurs phases relatives. Ces courbes sont rapportées à un même axe des temps, tracé par l'appareil.

Le courant était fourni par le réseau du Secteur de la Rive gauche, qui jouait le rôle d'une source alternative à 110 volts efficaces et à 42 périodes par seconde, de résistance et de self-inductance

figures 1 à 19 sont une reproduction héliographique directe des courbes ainsi obtenues. Les lettres E, U, I, ajoutées au burin sur les clichés, désignent respectivement les courbes de force électromotrice, de différence de potentiel entre pointes et d'intensité de courant. On doit les lire de gauche à droite (sauf la figure 19 où le sens a été inversé), l'axe horizontal étant celui des temps croissants dans cette direction.

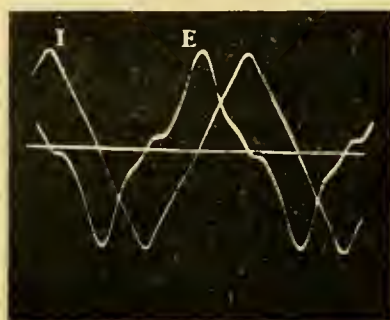


Fig. 1.

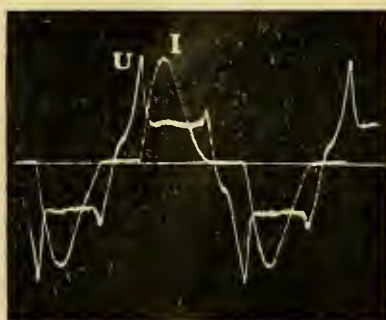


Fig. 2.

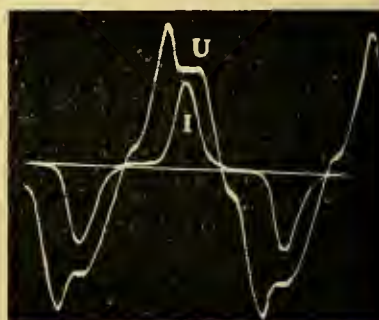


Fig. 3.

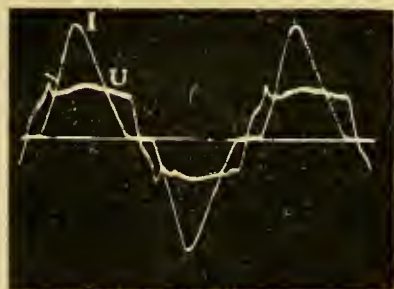


Fig. 4.

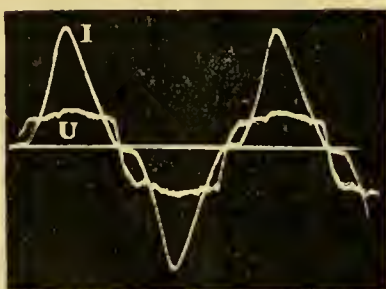


Fig. 5.

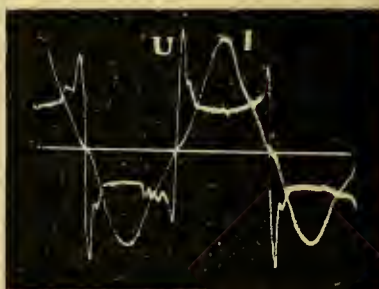


Fig. 6.

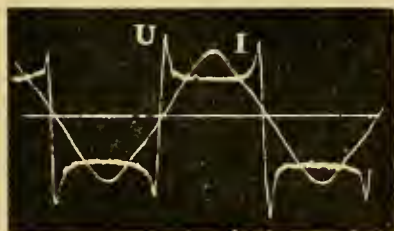


Fig. 7.

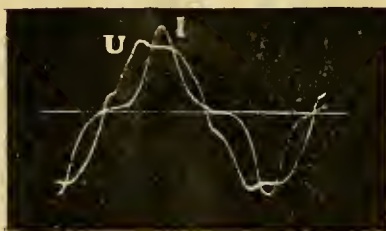


Fig. 8.

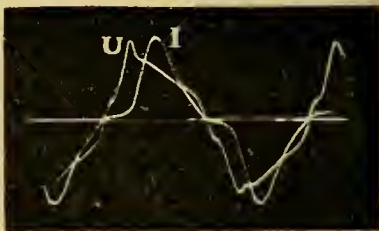


Fig. 9.

Fig. 1. Courbe du Secteur de la Rive gauche. — Fig. 2 à 9. Courbes de l'arc alternatif entre charbons. — E, f. é. m.; U, différences de potentiel entre pointes; I, intensités. Le tableau I indique les caractéristiques de chacune de ces courbes.

négligeables. La figure 1 montre la force électromotrice de ce secteur (inscrite à une échelle plus réduite que les courbes suivantes), et le courant obtenu sur un circuit inductif sans arc (le décalage est sensiblement de un quart de période). On mettait en dérivation sur ce réseau une lampe à arc à main, à charbons très courts (pour diminuer leur résistance), en série soit avec une résistance morte, soit avec une bobine de self-induction, suffisante pour réduire, dans les deux cas, l'intensité du courant à une valeur voisine de 10 ampères. Les

Le tableau I (page 662) résume les conditions de production de l'arc : nature des crayons, diamètre, écart des pointes, voltage entre pointes et intensité de courant relevés à l'aide d'appareils de mesure calorifiques¹.

¹ Les chiffres de force électromotrice, tension, intensité, ont été relevés à l'aide des appareils susdits, et non déduits des courbes. Les échelles de celles-ci ont varié suivant les expériences, d'après le groupement des bobines des oscillographes.

Les arcs 15° et 16° ont été produits entre des charbons

Ces expériences, ainsi condensées sous une forme succincte, permettent aisément d'établir les propriétés principales suivantes :

Le phénomène de l'arc alternatif peut être extrêmement différent suivant les circonstances, et donne lieu à une infinie variété de courbes (dont celles qui sont reproduites ici sont seulement des échantillons caractéristiques). Mais, en définitive, les facteurs essentiels sont la *nature des charbons* (homogènes, ou à mèche) et la *nature du circuit* qui les contient (inductif, ou non inductif).

deux types très différents de courbes caractéristiques des figures 2 et 6 respectivement, lesquelles s'interprètent aisément, comme je l'ai montré¹, par les phénomènes de vaporisation et d'arrachement disruptif du carbone. Ce dernier effet est nécessaire pour rallumer l'arc à chaque changement de signe, et se traduit par un bec de la courbe de tension U , sauf pour les arcs très courts (fig. 3); il y a aussi assez souvent, à la fin de chaque alternance, surtout lorsque l'arc est sifflant ou ionlant (fig. 2 et 6), un second bec, qui disparaît dans les arcs plus

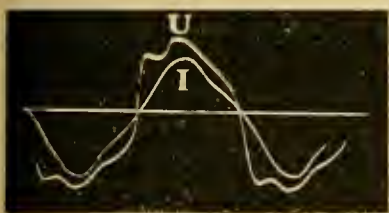


Fig. 10.

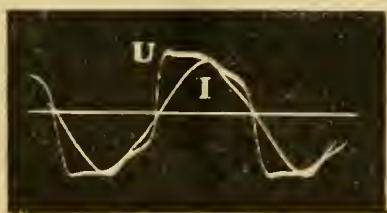


Fig. 11.

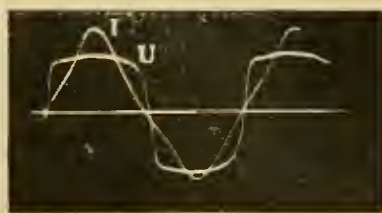


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.

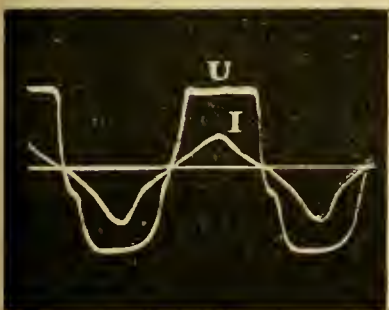


Fig. 16.

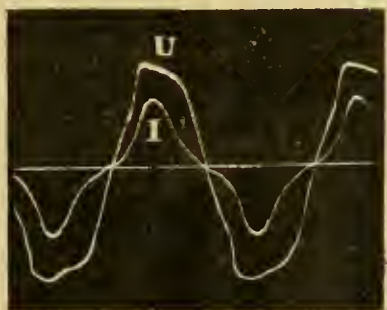


Fig. 17.

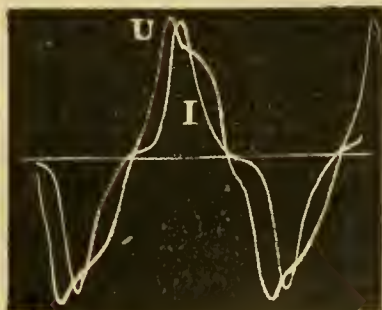


Fig. 18.

Fig. 10 à 18. — Courbes de l'arc alternatif entre charbons (suite). — Les lettres ont la même signification que précédemment. Le tableau I indique les caractéristiques de chacune de ces courbes.

En ce qui concerne les charbons, les seuls qui donnent lieu à un phénomène parfaitement défini, que nous appellerons l'*arc normal*, sont les charbons homogènes purs, contenant très peu de sels minéraux (fig. 2 à 7 inclus); les charbons à mèche ne donnent qu'un phénomène modifié ou bâtarde.

1° *Charbons homogènes*. — Pour les charbons homogènes, l'influence de la nature du circuit est des plus nettes; en effet, suivant que le circuit est non inductif ou fortement inductif, on obtient les

silencieux, ou quand on diminue l'écart des charbons (fig. 4 et 5), ou enfin quand on ajoute une âme légèrement saline (fig. 3). La grande différence entre les circuits non inductifs et les circuits inductifs, c'est que, dans les seconds, le retard du courant sur la force électromotrice, produit par l'effet ordinaire de la self-induction, permet à la tension de reprendre très rapidement, après chaque changement de signe, une valeur suffisante pour rallumer l'arc en sens inverse; tandis que, dans les circuits non inductifs, et surtout si l'arc siffle, la

de nature différente, pour faire apparaître une dissymétrie marquée entre les deux alternances d'une période.

¹ *Lumière électrique* (loc. cit.).

différence de potentiel aux bornes suit, pendant l'extinction, la courbe arrondie de la force électromotrice de la source sur une certaine longueur, comme le montre par exemple la figure 19¹.



Fig. 19. — Courbe de l'arc alternatif criard entre charbons homogènes durs en circuit non inductif.

2^o Charbons à âme.

— L'addition d'une âme ou mèche, formée de poudre de charbon mélangée à des silicates ou substances analogues, change complètement les conditions de fonctionnement, par la production dans l'arc de vapeurs salines conductrices, qui entretiennent une conductibilité artificielle. Celle-ci tend à

ramener toutes les courbes à la forme simplement sinusoïdale, ou arrondie (fig. 13, 14, 17), comme si l'arc n'était qu'une résistance morte; les charbons

tionnement, leurs courbes se rapprochent davantage soit de la sinusoïde (fig. 8, 13, 14, 17), soit au contraire des formes de l'arc normal (fig. 3, 9, 10, 11, 12, 16).

La différence entre les formes de courant des circuits inductifs ou non inductifs reste assez caractéristique.

On voit qu'on peut assez bien classer, d'après le simple son, les arcs alternatifs en deux types, caractérisés par des formes de courbes différentes : l'arc *silencieux*, qui donne des courbes analogues à celle de la force électromotrice d'alimentation, et se comporte à peu près comme une simple résistance, qu'il y ait ou non addition de self-induction en dehors de l'arc dans le circuit; l'arc *sifflant* ou *criard*, caractérisé par des courbes de tension aiguës, avec ou sans zéros prolongés de l'intensité, suivant qu'il y a ou non self-induction dans le circuit.

L'annulation prolongée du courant ne se produit que sous des écarts très faibles, exceptionnellement 2 ou 3 millimètres si l'arc jaillit sur les côtés; avec les écarts plus longs, il y a autour des char-

TABLEAU I. — Arcs à courants alternatifs entre deux charbons.

NUMÉROS des figures	NATURE DES CHARBONS	DIAMÈTRE en millim.	LON- GUEUR de l'arc en millim.	FORCE électro- motrice en volts	TENSION entre les pointes des crayons en volts	INTEN- SITÉ du courant en ampères	NATURE du circuit	OBSERVATIONS sur le bruit de l'arc
2.	Homogènes.	10	1,1	414,3	32,2	24,2	Non inductif.	Ronflant.
3.	A mèche, haut voltage.	10	10,4	413,25	50	18,5	—	Silencieux.
4.	Homogènes durs.	10	0,6	113	24,2	24	—	Sifflant.
5.	—	10	0,5	113	20	30	—	—
6.	—	10	2,5	112	35	26	Inductif.	Ronflant.
7.	—	10	4	115	27	9,4	—	Sifflant.
8.	A mèche, haut voltage.	10	4	116	38	9,2	Non inductif.	Criard.
9.	A mèche, moyen voltage.	10	9	115	31	8,8	—	Légèrement ronflant.
10.	A mèche, haut voltage.	10	10,5	115	39	8,2	Inductif.	Silencieux.
11.	A mèche, moyen voltage.	10	13	113,5	34,5	7,9	—	Ronflant.
12.	—	10	3	115	38	10,2	—	Criard.
13.	A mèche, bas voltage.	10	5,7	116,5	32,5	8,9	—	Ronflant.
14.	—	10	3,2	116,5	26,5	9	Non inductif.	—
15*	A mèche, haut voltage, et homogène tendre.	10	2,4	412,5	36,25	8,9	—	Légèrement criard.
16*	A mèche, bas voltage, et homogène dur.	10	4,7	112,5	40	13	Inductif.	Silencieux.
17.	A mèche, haut voltage	10	6,5	413	43	8,1	Non inductif.	—
18.	—	10	13,3	114,5	53	16	—	Ronflant.
19.	Homogènes durs.	10	2,7	113	36	8,9	—	Criard.

à mèche n'ont donc que peu d'intérêt pour le physicien. Du reste, suivant qu'ils contiennent plus ou moins de matières salines², ou même que la mèche s'est plus ou moins vidée en cours de fon-

¹ Le sifflement de l'arc produit par excès de densité de courant peut faire réapparaître quelquefois le trait horizontal dans un arc sur circuit inductif; mais c'est un cas assez rare pour qu'on puisse regarder ce zéro prolongé comme spécial au circuit non inductif.

² Cette dernière circonstance rend souvent illusoire la classification des charbons en « haut, bas et moyen voltage ».

bons une colonne de gaz chauds qui offre un passage conducteur continu, *a fortiori* s'il y a dans le charbon une mèche qui produit une atmosphère saline.

Le rapport de la puissance *vraie* consommée dans l'arc (mesurée au wattmètre) à la puissance *apparente* (produit des volts par les ampères aux bornes de la lampe, déduction faite de sa bobine régulatrice) porte, comme on le sait, le nom de *facteur de puissance*. On peut en étudier directe-

ment la valeur sur les courbes en calculant le rapport :

$$\frac{\text{Ordonnée moyenne volts} \times \text{Ordonnée moyenne ampères.}}{\text{Produit moyen des ordonnées volts et ampères de même abscisse.}}$$

Ce rapport, toujours voisin de l'unité pour les courbes arrondies de l'arc silencieux, s'abaisse au-dessous de 0,70 pour les arcs sifflants sur circuit non inductif, par l'effet de l'annulation prolongée du courant pendant que les ordonnées de la tension atteignent leur maximum ; l'inductance des circuits inductifs réduit cette durée du zéro et améliore par conséquent le facteur de puissance. Ainsi s'explique, comme je l'ai montré il y a dix ans¹, le fait que l'addition d'un arc sur un circuit alternatif *semble* produire un décalage du courant.

de ces courbes¹, un électricien canadien fort distingué, M. Duddell, a présenté avec M. Marchant, à l'Institut anglais des Ingénieurs électriciens, un travail analogue, contenant un nombre de courbes encore plus considérable, obtenues avec un oscillographe bifilaire et confirmant complètement mes déductions antérieures².

II. — L'ARC ALTERNATIF ENTRE MÉTAUX ET CHARBONS

M. Sahulka³ et M. von Lang⁴ ont montré, respectivement pour le fer et pour l'aluminium, qu'un arc produit entre une électrode de métal et une électrode de charbon, par une force électromotrice alternative, semble être le siège d'un courant con-

TABEAU II. — Arcs à courants alternatifs entre charbon et métal.

NUMÉROS des figures	NATURE DES ÉLECTRODES		ÉCART des électrodes en millimètres	TENSION aux bornes en volts.	INTENSITÉ du courant en ampères	NATURE du circuit	TYPE D'ARC alternatif	CARACTÈRE DU SON qui accompagne le phé- nomène
	Charbon	Métal						
21	Homogène.	Cuivre.	2,0	29	16	Mort.	Court.	Légèrement criard.
22	Homogène.	—	1,4	27	14	Inductif.	—	Criard.
23	A âme.	—	0,5	21	11	Mixte.	—	Silencieux.
24	—	—	3,7	68	12	Inductif.	—	Criard.
25	—	—	0,6	19	7	—	—	Silencieux.
26	—	—	4,7	85	9,5	Mixte.	Long.	Criard.
27	Homogène.	—	1,0	40	22	Inductif.	—	Criard, période de trouble.
28	A âme.	—	0,9	25	12	—	—	Criard.
29	—	Aluminium.	0,8	17	13	—	Court.	Légèrement bryant
30	—	—	0,8	32	21	—	Long.	Criard.
31	—	Fer.	1,0	30	35	—	Court.	—
32	—	—	3,3	83	28	Mixte.	Long.	—
33	—	—	2,9	65	31	Inductif.	—	—
34	—	—	"	"	"	Mort.	—	—

En réalité, l'arc ne présente pas, même dans ce cas, de décalage notable, et c'est même là une preuve indirecte intéressante qu'il n'existe pas dans l'arc électrique de force contre-électromotrice de polarisation (comme l'avait cru Edlund) au sens ordinaire de ce mot⁵.

La résistance au passage apparaît en même temps que la vaporisation et représente le travail effectué dans celle-ci, mais elle se complique, au moment de l'allumage de l'arc, de la résistance du diélectrique, que l'échauffement rend peu à peu conducteur. D'autres courbes, publiées dans mon ancien Mémoire cité plus haut, ont permis de mettre en évidence les variations de la résistance de l'arc proprement dit, c'est-à-dire de la colonne gazeuse.

Quelque temps après la première publication

tinu (dénomination d'ailleurs fort impropre) dans le sens métal-charbon. La cause de cette apparence, déjà signalée par MM. Jamin et Manœuvrier⁶, a été élucidée en partie par MM. Eichberg et Kallir⁶. L'oscillographe m'a permis d'étudier plus complètement les conditions de production et la nature de cette dissymétrie⁷ par le tracé exact des courbes périodiques, qui sont extrêmement variables et ne peuvent être saisies pour ainsi dire qu'au vol.

Toutes les expériences ont été faites encore à l'aide du courant du Secteur de la Rive gauche, dont la tension, représentée à une échelle plus réduite par la courbe de la figure 20, était de 112 à 113 volts

¹ Comptes rendus, 12 décembre 1898.

² Institute of Electrical Engineers, février 1899. Ces auteurs ont traité également la question de l'arc entre métaux, dont je vais parler.

³ Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften, Vienne, t. CIII, p. 925, 1894.

⁴ Wied. Ann., t. LXIII, n° 13, p. 191, 1897.

⁵ Comptes rendus, I. XCV, p. 1615, 1892.

⁶ Sitzungsber. der K. Akad., Vienne; 31 mars 1898.

⁷ Comptes rendus, 20 mars 1899.

¹ Soc. française de Physique, 1^{er} avril 1892; Lumière Electrique, 16 avril 1892, p. 136.

² J'ai donné plus récemment une preuve directe de la même proposition. Voir Journal de Physique, 1896.

efficaces; le tableau II indique pour chacune d'elles la nature des électrodes et du circuit, ainsi que les régimes observés à l'aide d'appareils de mesure calorifiques.

- Sur toutes les courbes, le temps est mesuré de gauche à droite; les alternances supérieures correspondent au sens du courant métal-charbon, sauf sur les courbes des figures 21, 23, 25, 29 et 30, où c'est l'inverse qui a lieu.

Ces tracés et les observations accessoires faites

tout dans le cas des longs arcs. C'est pourquoi les charbons à mèche ont été employés de préférence, suivant l'exemple de MM. Eichberg et Kallir; ces crayons, d'après une remarque faite précédemment sur les arcs entre charbons, doivent donner dans les courbes de tension des bees moins prononcés, pour l'arc charbon-métal, que les charbons homogènes.

- De même, le cuivre étant le métal qui se prête le mieux à l'obtention de phénomènes variés, a été

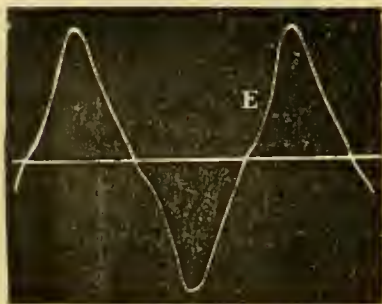


Fig. 20.



Fig. 21.

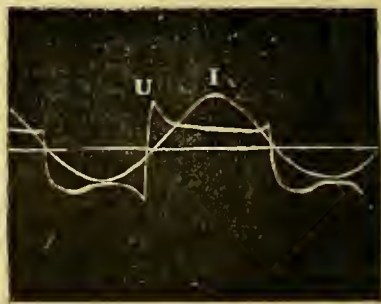


Fig. 22.

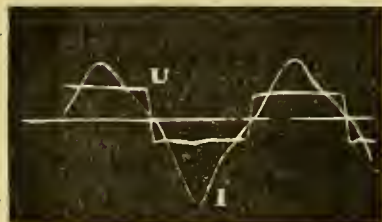


Fig. 23.

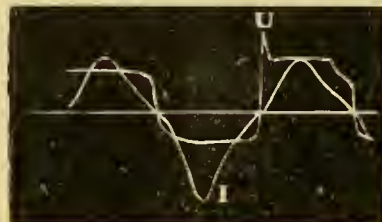


Fig. 24.



Fig. 25.

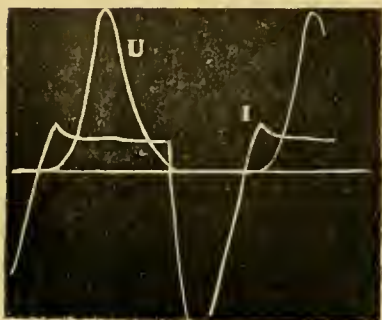


Fig. 26.

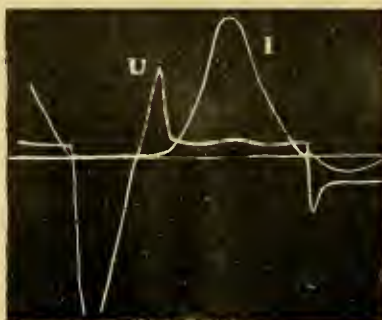


Fig. 27.

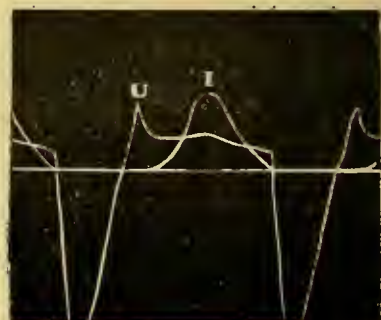


Fig. 28.

Fig. 20 à 28. — Courbes de l'arc alternatif entre métaux et charbon. — Le tableau II indique les caractéristiques de chacune de ces courbes.

au cours des mesures conduisent aux conclusions suivantes :

Tous les métaux employés comme électrode en présence d'une autre électrode en charbon donnent lieu aux mêmes phénomènes et ne présentent de différences qu'au point de vue quantitatif. Les effets que l'on va décrire se produisent aussi bien, que l'électrode en charbon soit homogène ou munie d'une âme contenant des silicates; mais la présence de cette dernière facilite l'observation en donnant des régimes plus stables et plus persistants, sur-

employé de préférence et constitue le sujet des plus nombreuses figures dans cette série.

Toute électrode de métal, associée à une électrode de charbon, sur un circuit à courants alternatifs, donne lieu à deux types d'arcs différents, qu'on peut appeler l'*arc court* et l'*arc long*.

1° L'*arc court* est celui qu'on réalise sous de faibles écarts des électrodes; il peut être entretenu avec une stabilité d'autant plus satisfaisante que l'écart entre électrodes est plus court; il ne faut pas, en général, dépasser 4 millimètre avec un

charbon à mèche; les tensions efficaces correspondantes sont inférieures à 25 volts pour le cuivre et l'aluminium (fig. 24 et 29), et peuvent atteindre jusqu'à 30 volts pour le fer (fig. 31).

L'intensité du courant peut être abaissée au-dessous de 10 ampères pour le cuivre (fig. 25 et 26), tandis que, pour le fer, on ne peut marcher facilement avec moins de 30 ampères (fig. 31).

Les courbes périodiques sont analogues à celles des arcs entre charbons, avec cependant une dissymétrie plus ou moins accusée entre les alternances successives. Cette dissymétrie, faible sur circuit

l'arc long au vol, pour ainsi dire. Avec l'aluminium, c'est pire encore, parce que l'électrode s'oxyde, se recouvre très vite d'une couche d'alumine qui amène promptement l'extinction; il faut ensuite nettoyer le métal avant de pouvoir rallumer l'arc. Avec le fer, on peut, au contraire, maintenir longtemps le régime de l'arc long, à la condition de disposer d'un voltage assez élevé (par exemple aux environs de 80 volts), et de faire passer un courant de 25 à 30 ampères. Le zinc se prête mal aux essais parce qu'il entre trop facilement en fusion.

Tous ces arcs ne se produisent bien qu'avec des

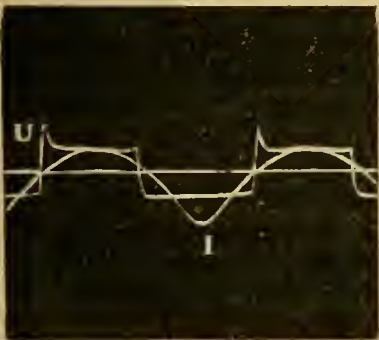


Fig. 29.

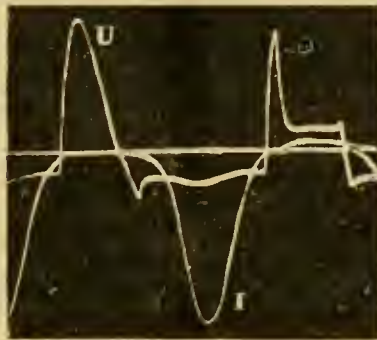


Fig. 30.

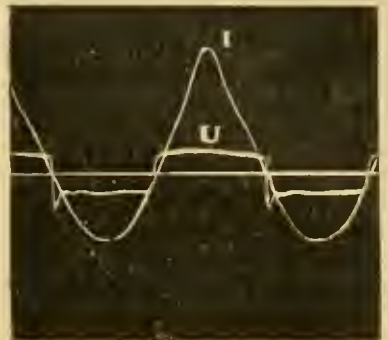


Fig. 31.

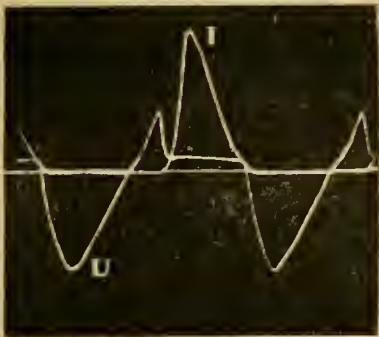


Fig. 32.

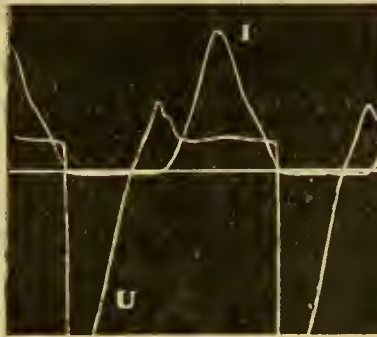


Fig. 33.

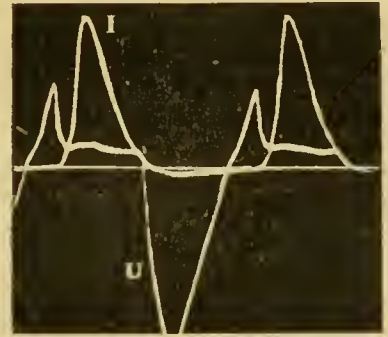


Fig. 34.

Fig. 29 à 34. — Courbes de l'arc alternatif entre métaux et charbon (suite). — Le tableau II indique les caractéristiques de chacune de ces courbes.

inductif avec le cuivre et l'aluminium (fig. 22, 23, 25, 29), est plus prononcée dans les mêmes conditions pour le zinc et le fer (fig. 31).

La nature du circuit modifie la forme des courbes exactement comme pour les arcs entre charbons.

Les figures 21 et 22 montrent, par exemple, la différence entre les deux cas typiques d'un arc sur circuit non inductif et d'un arc sur circuit inductif.

2° L'arc long se produit plus ou moins nettement dès qu'on augmente l'écart. Il est caractérisé par un son vibratoire criard. Il est assez difficile à maintenir d'une façon stable, car il y a une sorte de flottement de régime entre l'arc long et l'arc court. Avec le cuivre, il faut un courant d'intensité efficace de 14 à 15 ampères; mais les arcs tendent à revenir à l'arc court ou à s'éteindre; il faut saisir

électrodes d'au moins 3 à 4 millimètres de diamètre, qu'on doit laisser d'abord se porter à l'incandescence par un contact prolongé avec l'électrode en charbon; il se forme alors à la pointe une gouttelette fondue d'où part l'arc dans le sens métal-charbon. Cette précaution est surtout nécessaire pour le fer.

Ce qui caractérise l'arc long, c'est la suppression d'une alternance sur deux, l'arc ne s'allumant plus dans le sens charbon-métal. Il en résulte pour les courbes périodiques des formes caractéristiques très curieuses (fig. 26, 27, 28, 30, 32, 33) qui diffèrent peu d'un métal à l'autre.

Dans le cas d'un circuit non inductif, le courant s'établit dans le sens métal-charbon à partir du bec d'allumage de la tension; il s'annule quand celle-ci

s'abaisse au-dessous de la valeur normale. Le passage du courant reste ensuite interrompu pendant une demi-période (fig. 34). Pendant celle-ci, il peut subsister un léger courant, dû sans doute à une conduction par les gaz chauds; mais, dans bien des cas, ce léger courant disparaît rigoureusement. Au moment de l'extinction, la courbe de la tension aux bornes rattrape la courbe de la force électromotrice du réseau, qui a déjà changé de signe, et la suit ensuite, jusqu'au moment où le rallumage se produit dans le même sens que précédemment.

Si l'on alimente l'arc long en circuit inductif (fig. 27, 28, 30, 32, 33), l'apparence des courbes reste la même, avec cette seule différence que la durée d'extinction est augmentée d'autant plus que le circuit est plus inductif; par exemple, l'alternance charbon-métal (comprise entre deux zéros de la tension) se réduit, sur les figures 27 et 30, à 0,27 de la période.

On peut, je crois, expliquer assez facilement ces phénomènes de l'arc alternatif entre métaux de la manière suivante. D'abord il est très naturel que le courant soit plus intense dans le sens métal-charbon que dans le sens inverse, à cause de la moindre force électromotrice nécessaire pour la volatilisation du métal que pour la volatilisation du charbon. Mais il semble qu'il y ait contradiction entre cette propriété et la difficulté du rallumage de l'arc (après extinction très courte) dans ce même sens. Cette contradiction disparaît si l'on admet que le rallumage se produit par une étincelle disruptive dirigée du pôle négatif vers le positif: il semble bien qu'il en est ainsi, car, en regardant l'arc au miroir tournant, on voit la lueur qui indique l'allumage partir d'abord du pôle négatif, puis se renforcer sur le pôle positif. On conçoit, dans ces conditions, que cette étincelle d'allumage jaillisse bien plus aisément de la surface du charbon maintenue incandescente par la mauvaise conductibilité de ce corps, que de la surface de l'électrode négative dont la conductibilité très grande abaisse rapidement la température pendant la durée de l'extinction. On comprend, en outre, que l'arc reste bilatéral tant que l'écart est très faible, car l'électrode métallique est alors maintenue chaude par le voisinage de l'électrode en charbon.

Enfin, lorsque l'écart est suffisant pour que l'arc devienne unilatéral, dans le sens charbon-métal, l'ensemble de ces courants interrompus, mais toujours de même sens, produit naturellement sur un galvanomètre une déviation de sens constant, comme dans un courant continu et correspondant à la moyenne des intensités variables. Mais on ne saurait en tirer aucun parti pour redresser le courant alternatif, car il manque une alternance sur deux, et ces courants interrompus si

longtemps ne sembleraient susceptibles d'autre application, que la charge des accumulateurs si l'on pouvait donner quelque stabilité à ce régime.

L'accroissement de l'alternance métal-charbon aux dépens de l'autre peut s'expliquer lui-même aisément par le retard qu'imprime la self-induction au courant dès qu'il s'est établi, et qu'elle ne saurait produire dans le cas où le courant est nul.

Il résulte de cette influence de la self-induction un autre effet intéressant et imprévu, que l'on constate sur les arcs instables.

Au moment où se fait le changement du régime d'arc court, peu bruyant, au régime d'arc long, accompagné d'un son criard, et bien que l'une des alternances soit supprimée, on voit l'ampèremètre calorique accuser un brusque accroissement de l'intensité moyenne efficace ($\sqrt{i^2 \text{ moy.}}$) du courant, qui, pour le cuivre, passe, par exemple, de 9 ampères à 20 ampères.

Cette augmentation, qui n'a pas lieu sur circuit non inductif, provient tout simplement de ce que la prolongation des alternances métal-charbon permet au courant de continuer à croître plus longtemps, de sorte que l'aire de la courbe des carrés des intensités pendant cette alternance est plus grande que la somme des aires correspondant aux deux alternances de l'arc court.

III. — L'ARC PULSATOIRE ET LA STABILITÉ DE L'ARC A COURANT CONTINU.

Une question fort intéressante, que soulève l'étude de l'arc électrique à courants continus, est celle de la stabilité du régime, c'est-à-dire du maintien d'une intensité de courant constante, sous un écart donné entre charbons. On a depuis longtemps remarqué que, si l'on maintient deux crayons de charbon à une distance invariable après avoir établi l'arc entre eux, au moyen d'une batterie d'accumulateurs à potentiel constant, cet arc s'éteint bientôt si l'on n'a soin d'ajouter en série dans le circuit une résistance assez importante, à laquelle on a donné le nom de *résistance de stabilité*¹. Le rôle de cette résistance est cependant en général fort mal compris, car on l'attribue à la nécessité de favoriser le réglage du mécanisme de la lampe, tandis qu'il s'agit d'un véritable phénomène physique. L'auteur a donné, pour la première fois croit-il, la véritable explication de ce phénomène, il y a quelques années, en montrant que si, une fois

¹ Dans ces derniers temps, on a pu supprimer la résistance de stabilité, dans les circuits de lampes à arc montées par deux ou par trois, au moyen d'un artifice de construction qui permet de prévenir l'extinction par rapprochement rapide des charbons. L'extinction d'un arc sur potentiel constant est, en effet, un phénomène non pas instantané, mais relativement assez lent.

le régime permanent établi, on fait varier très rapidement l'intensité du courant dans le circuit par un moyen extérieur quelconque, tout en maintenant en même temps invariable la position des charbons, la tension aux bornes reste sensiblement constante, indépendamment de l'intensité variable du courant¹. On peut exprimer ce fait d'expérience sous forme graphique en disant que la « caractéristique instantanée des régimes d'un arc à écart constant est sensiblement une horizontale aux environs du régime préalablement établi ». Il ne faut pas confondre du reste cette *caractéristique instantanée* avec les *caractéristiques des régimes permanents* à écarts constants, si bien étudiées par M^{me} Ayrton², lesquelles sont obtenues en laissant aux charbons le temps de se tailler différemment suivant les différentes intensités de courant, par un fonctionnement préalable d'au moins une heure : ces caractéristiques présentent des courbures bien plus prononcées que nos caractéristiques instantanées, obtenues autour d'un régime donné, sans laisser aux charbons le temps de changer leur taille.

qui décroît linéairement quand le courant I augmente, ainsi que le montre la figure 35 ; la ligne représentative de la tension U est une droite incli-

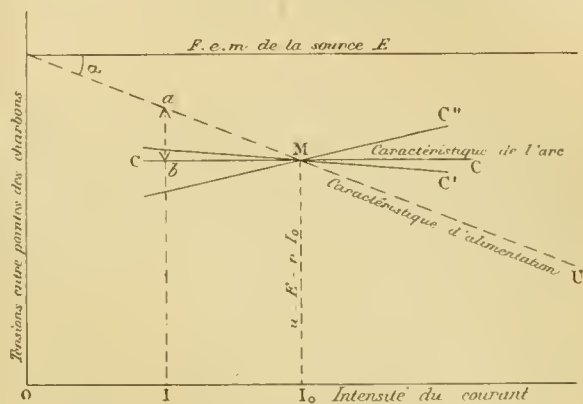


Fig. 35. — Théorie de la stabilité de l'arc.

née au-dessous de l'horizontale suivant un angle α ayant r comme tangente angulaire, et qui coupe la caractéristique instantanée de l'arc en un point M

TABLEAU III. — Arcs à courants pulsatoires entre deux charbons.

NUMÉROS des figures	NATURE des charbons	DIAMÈTRE en millimètres	FORCE élect.-motrice en volts du courant continu	FORCE élect.-motrice efficace du courant alternatif superposé brusquement	INTENSITÉ du courant continu en ampères avant la superposition	NATURE du circuit	OBSERVATIONS sur le bruit de l'arc
36.	"	"	40	22	"	Résist. morte	Éteint.
37.	2 homogènes.	9	56	22	11	—	Sifflant.
38.	—	9	56	22	8	—	Silencieux.
39.	—	9	40	22	9	—	Légèrement sifflant.
40.	1 à âme, 1 homog.	10	40	22	9	—	—
41.	—	10	40	22	9	—	Silencieux.
42.	—	10	56	22	10	—	—
43.	2 homogènes.	10	56	6,5	10	—	Sifflant.
44.	—	10	72	6,5	10	—	Silencieux.
45.	—	10	72	9	10	—	—
46.	—	10	72	13,4	10	—	—
47.	—	10	56	4,4	9	—	Légèrement sifflant.
48.	—	10	56	4,4	9	—	—
49.	1 à âme, 1 homog.	10	48	4,4	9	—	"
50.	—	10	48	13,4	10	—	"

La caractéristique instantanée étant voisine d'une ligne droite, on en conclut immédiatement qu'une alimentation à potentiel constant ne peut donner un régime stable, parce que n'importe quelle intensité de courant est compatible avec la tension qui permet de réaliser le régime normal : l'arc doit donc finir par s'éteindre. Au contraire, si l'on ajoute un rhéostat r en série, la force électro-motrice constante E du réseau ou de la source ne laisse disponible aux extrémités des charbons qu'une tension :

$$U = E - rI$$

correspondant à l'intensité normale de régime I_0 (on peut faire varier cette intensité de régime I_0 en modifiant E ou r). On voit que, si l'inclinaison de la ligne d'alimentation est suffisante, toute augmentation ou diminution accidentelle de l'intensité du courant fera apparaître une différence ab entre la tension aux bornes et celle qu'exige l'arc, dans le sens voulu pour ramener l'intensité à sa valeur primitive : par conséquent le régime de l'arc sera stable. Le même résultat serait d'ailleurs atteint, avec une alimentation à potentiel constant, si l'on pouvait donner à l'arc une caractéristique d'alimentation montante.

Il y a donc intérêt à étudier, au point de vue du

¹ Cf. *La Lumière électrique*, 26 décembre 1891, p. 621.
² *The Electrician*, janvier-avril 1895.

signe, l'inclinaison des caractéristiques instantanées. Or, quand on étudie expérimentalement divers charbons, on constate que la caractéristique instantanée n'est pas toujours horizontale, mais peut être inclinée vers le haut ou vers le bas, c'est-à-dire qu'on peut avoir, suivant la nature des charbons :

$$\frac{du}{dI} > 0.$$

MM. Frith et Rogers¹, qui ont les premiers constaté cette inversion de signe, en ont conclu à tort, et sans être cependant démentis, que « la résistance d'un arc pouvait devenir négative », parce qu'ils ont cru pouvoir admettre $\frac{du}{dI} = \frac{u}{I}$; en réa-

(à nombre de spires variable) d'un transformateur dont on peut relier le primaire, au moment qu'on veut, à une source de courants alternatifs (dans le cas actuel, le Secteur électrique de la Rive gauche). On pouvait ainsi régler le fonctionnement sur courant continu simple, en régime normal, puis lancer brusquement dans le même circuit, et sans en changer aucunement la résistance, une force électro-motrice alternative, dont l'effet se superpose à celui de la force électromotrice continue. On réglait l'amplitude de cette force électro-motrice alternative de façon qu'elle restât toujours inférieure à la force électromotrice continue, et que le courant résultant fût un courant *pulsatoire*, toujours de même sens, et non un courant *alternatif*.

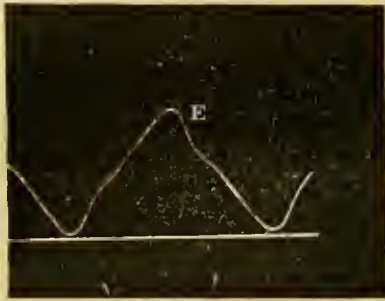


Fig. 36.

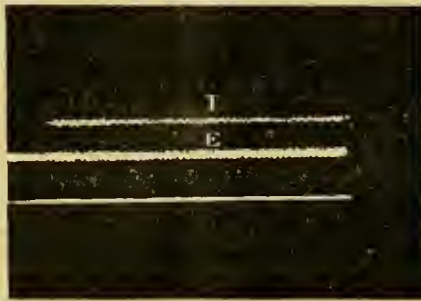


Fig. 37.



Fig. 38.

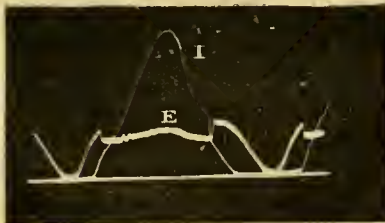


Fig. 39.

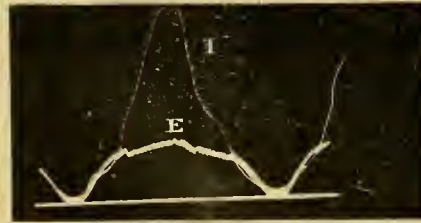


Fig. 40.

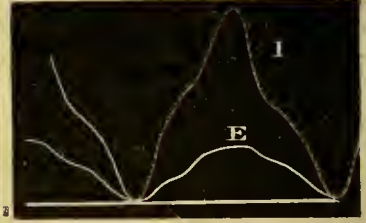


Fig. 41.

Fig. 36 à 41. — Courbes de l'arc pulsatoire. — Le tableau III indique les caractéristiques de chacune de ces courbes. Les lignes de repère sont en réalité horizontales.

lité, ces rapports ne peuvent être égaux puisque r n'est pas constant.

Nous définirons ici plus correctement le quotient $\frac{du}{dI}$ comme un *coefficient de stabilité* de l'arc, représenté par la *coefficient angulaire de la caractéristique instantanée autour du point-régime*.

Ces explications étant données, je vais exposer l'application intéressante de l'oscillographe à l'étude de ce coefficient de stabilité.

J'ai réalisé, encore avec le concours de M. Dobkevitch, le dispositif suivant : L'arc était alimenté par une batterie d'accumulateurs, et monté en série avec une résistance de stabilité et le circuit secondaire

La mise en circuit du primaire du transformateur se faisait à l'aide d'un simple interrupteur, qui pouvait en même temps lancer le courant d'une pile locale dans l'obturateur instantané de l'oscillographe double inscrivant le courant et la tension aux bornes de l'arc. Au moment de la fermeture, il s'établit des régimes troubles très complexes; pour obtenir un régime permanent, nous avons dû, pour certaines épreuves, laisser un intervalle entre la fermeture du circuit et l'ouverture de l'obturateur instantané.

Nous avons opéré comparativement avec des charbons à mèche et des charbons homogènes, sous différents voltages d'alimentation et différentes amplitudes de force électro-motrice supplémentaire. Les figures 36 à 39 représentent quelques-uns des résultats caractéristiques obtenus, et les régimes

¹ On the resistance of the electric arc. *Institution of Electrical Engineers*, 1893.

correspondants sont résumés dans le tableau III.

1. *Influence de l'amplitude de la force électromotrice alternative introduite.* — La figure 36 montre tout d'abord un exemple des forces électromotrices pulsatoires employées : celle-ci est la résultante d'une force électromotrice secondaire de 22 volts, obtenue

a priori, que, suivant que l'amplitude de la force électromotrice alternative ajoutée est plus ou moins grande, la tension aux bornes peut ou non s'abaisser au-dessous de la valeur nécessaire à l'entretien de l'arc. Dans le premier cas, on a des zéros plus ou moins prolongés du courant (fig. 38, 39, 40, 41, 43, 44, 46), tandis que dans le second cas le cou-

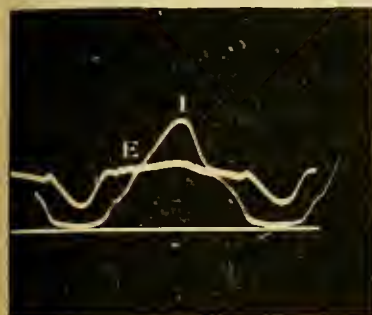


Fig. 42.



Fig. 43.

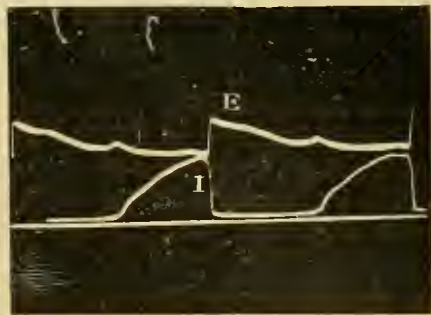


Fig. 44.

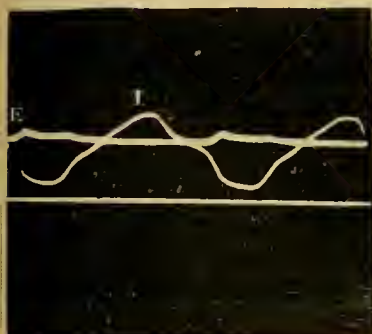


Fig. 45.

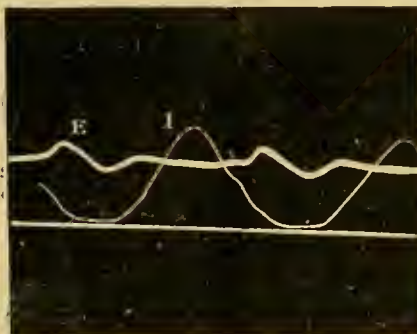


Fig. 46.

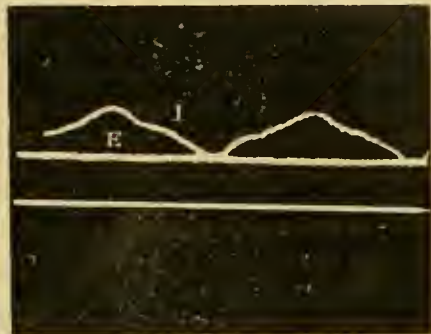


Fig. 47.



Fig. 48.

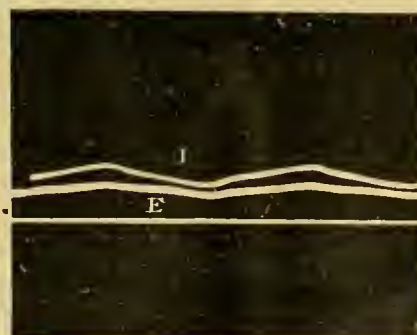


Fig. 49.

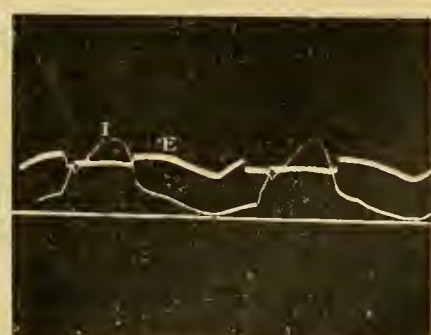


Fig. 50.

Fig. 42 à 50. — *Courbes de l'arc pulsatoire (suite).* — Le tableau III indique les caractéristiques de ces courbes. Les lignes de repère sont en réalité horizontales.

par transformation du courant du Secteur de la Rive gauche, avec la force électromotrice continue d'une batterie de 40 volts.

Comme l'indique le tableau III, ces forces électromotrices ont reçu d'autres valeurs variées. La force électromotrice continue a été portée jusqu'à 72 volts pour les arcs longs.

On voit immédiatement, comme cela est évident

par transformation du courant du Secteur de la Rive gauche, avec la force électromotrice continue d'une batterie de 40 volts.

2. *Influence de la phase au moment de l'introduction de la force électromotrice.* — Les courbes 37 à 42 ont été obtenues après une ou deux secondes, c'est-à-dire une fois un régime permanent établi, tandis que les autres ont été prises au moment même de l'introduction. Ces courbes, qui ne sont que des

exemples fort restreints, font ressortir déjà l'extrême variété des résultats qu'on peut obtenir, et qui varient non seulement avec la phase au moment de l'introduction, mais encore avec le temps pendant la période variable. Elles ne constituent que la première ébauche d'une étude plus complète que l'auteur se propose de poursuivre en enregistrant toute la durée du régime variable. Ces régimes variables peuvent seuls rendre compte de certaines courbes anormales, comme celles de la fig. 44, où l'on voit l'arc s'éteindre ($I = 0$) bien que la tension aux bornes aille en croissant à ce moment, et dépasse la valeur qui suffit à l'entretenir après le réallumage. Les effets sont encore plus complexes avec les circuits inductifs, dont on ne s'occupera pas ici.

3. *Influence de la nature des charbons.* — Lorsque la variation périodique de la force électromotrice est assez importante pour annuler périodiquement le courant, les courbes obtenues présentent la plus grande analogie avec celles de l'arc à courants alternatifs ordinaires. Leur tracé est continu ou tremblé, suivant que l'arc est silencieux ou sifflant, phénomène qui se produit de préférence avec les charbons homogènes (fig. 37, 39, 43, 47).

Les figures 38 et 39 sont tout à fait analogues à celles des arcs alternatifs entre charbons homogènes : pendant la durée du passage du courant, la tension présente un palier limité par deux becs brusques ; dans certains cas, si, par exemple, les points de jaillissement de l'arc se déplacent sur le cratère, on peut constater deux paliers différents de hauteur (fig. 38), voire même trois paliers (fig. 48). Bien que ces formes caractérisent ordinairement les charbons homogènes, elles peuvent naturellement se rencontrer aussi avec des charbons à mèche, lorsque celle-ci est momentanément vidée (fig. 42).

L'effet de la mèche des charbons à âme en fonctionnement normal est caractérisé, comme avec les courants simplement alternatifs, par l'arrondissement des courbes et la faible durée des zéros du courant, comme le montrent par exemple les figures 40, 41, 49. En outre, la tension aux bornes, au lieu de paliers, présente des pentes notables proportionnelles à celles de la courbe du courant.

Les formes des courbes sont autres lorsque la force électromotrice alternative ajoutée est très faible (par exemple avec les forces électromotrices de 4,4 volts des figures 47 à 49), mais elles présentent les mêmes signes distinctifs : constance approximative de la tension aux bornes, ou faible variation de sens contraire à celle du courant, s'il s'agit de charbons homogènes (fig. 47 et 48), et, au contraire, variations de même sens que celles du courant s'il s'agit de crayons à mèche (fig. 49 et 50).

Cette distinction est naturellement moins nette avec les arcs longs obtenus sous 72 volts, par suite de la flamme considérable qui les entoure et forme une atmosphère conductrice entre électrodes, pouvant jouer un rôle analogue à celui de l'atmosphère due à l'âme (fig. 43 et 45) ; mais c'est là un cas spécial, qu'on ne rencontre guère dans la pratique usuelle, c'est-à-dire pour des arcs à courant continu ordinaires, dont la tension est comprise entre 30 et 50 volts.

Nous sommes donc en droit de conclure que le coefficient de stabilité des arcs à courant continu ordinaires, défini plus haut par le rapport $\frac{de}{dI}$ est très faible, négatif avec les charbons homogènes, et positif avec les charbons à âme. Cela explique en partie que ces derniers ont besoin d'une moindre résistance de stabilité additionnelle, et confirme également les résultats de Frith et Rogers rappelés plus haut, indépendamment de leurs conclusions que nous avons rejetées comme incorrectes.

4. *Arc sifflant.* — Dans ce qui précède, nous avons parlé à diverses reprises d'arcs sifflants, et des courbes correspondantes, en prenant seulement le sifflement comme un moyen indirect de reconnaître la nature de l'arc. Quant au caractère propre du sifflement, il ressort immédiatement des tracés oscillographiques, notamment de celui de la figure 37 ; on voit que le régime est soumis à des variations rapides, présentant un caractère plus ou moins périodique, de fréquence très élevée, qui produit le son que l'on entend. M. Duddell a étudié, dernièrement, plus complètement ces variations en les enregistrant à une plus grande échelle, et en a déduit des conséquences fort ingénieuses¹. Quant à la cause qui les produit, elle a été expliquée d'une façon remarquable par M^{me} Ayrton² : il y a sifflement toutes les fois que l'oxygène de l'air pénètre dans le cratère de l'arc ; il semble s'établir à ce moment une lutte entre la colonne gazeuse et l'air ambiant sous l'influence de la rotation rapide de l'arc, et il en résulte des variations oscillantes et rapides de la résistance de passage à la surface du cratère.

IV. — CONCLUSIONS.

J'espère que ces exemples auront montré suffisamment l'intérêt que présente l'emploi des oscillographes pour les études de laboratoire ; ils sont

¹ W. DUDDELL : Rapid variations in current through the direct current arc, *Institution of Electrical Engineers*, 25 décembre 1900.

² M^{me} AYRTON : The hissing of the electric arc, *Institution of Electrical Engineers*, 23 mars 1899.

tout aussi utiles pour les études industrielles, telles que le relevé des courbes des alternateurs et de leurs harmoniques¹, pour l'étude des formes de courant dans les recherches d'Électrophysiologie.

Il est intéressant de constater, en terminant, que cette méthode et toutes celles qui ont été rappelées au début de mon premier article sont d'origine française; notre pays semble s'être fait ainsi une

spécialité de développer l'outillage scientifique destiné à l'étude des courants variables, et tout permet d'espérer que les appareils décrits ci-dessus susciteront de nombreux travaux d'application; le champ large et facile ouvert aux recherches a de quoi tenter, je crois, les physiciens.

André Blondel,

Professeur d'Électricité appliquée
à l'École des Ponts-et-Chaussées.

SUR CERTAINES CONCEPTIONS EN CRISTALLOGRAPHIE

Monsieur le Directeur,

Un récent numéro de votre journal² renferme un article bien fait pour m'étonner. Je n'aurais jamais pensé que la Cristallographie pût soulever de pareilles tempêtes. Je ne puis, d'ailleurs, que m'en féliciter, et je suis heureux de remercier M. Friedel, qui me fournit l'occasion de défendre ici les théories que j'ai publiées dans d'autres revues. Je me suis bien mal exprimé pour qu'un esprit aussi avisé m'ait si peu compris, et soit amené à me prêter des opinions qui n'ont jamais été les miennes.

Tout d'abord, votre correspondant me reproche de m'être attribué des notions que Mallard a professées dans son cours, à l'École des Mines, et qu'il aurait publiées si la mort ne l'avait empêché de faire paraître le troisième volume de son *Traité de Cristallographie*. Cela est fort possible, mais M. Friedel m'accordera bien des circonstances atténuantes: je n'ai jamais assisté au cours de Mallard, et il m'est impossible de savoir ce qui s'y passait. Je ferai seulement remarquer que le second volume du *Traité* de Mallard a paru en 1884, et que, lors de sa mort, en 1894, c'est-à-dire dix ans après, Mallard n'avait pas encore commencé la rédaction de son troisième volume: il est donc fort probable que ses idées n'étaient pas encore fixées sur ces questions délicates. Si l'on s'en tient à ce qui a été publié, la situation est très nette: Mallard a donné une théorie des anomalies optiques, et j'ai établi que cette théorie était inutile. Les anomalies résultent d'une restriction non justifiée, apportée par les anciens auteurs à la théorie générale, et il suffit, comme je l'ai montré, de supprimer cette restriction pour les faire disparaître.

L'auteur se livre ensuite, sur la particule fondamentale, à une dissertation un peu confuse, qui

laisse difficilement deviner sa pensée. Pour m'en tenir au point principal, la particule fondamentale ne serait, d'après lui, qu'une vue de l'esprit pour le moins inutile. Et cependant, l'individualité et l'indépendance relative des particules fondamentales sont nettement mises en évidence par les phénomènes du polymorphisme et des groupements par actions mécaniques. Comment expliquer les changements de symétrie observés dans un corps cristallisé, si l'on ne reconnaît pas aux particules fondamentales une indépendance suffisante pour se grouper de différentes façons? Voici le sulfate de potasse, qui, vers 600°, passe de la forme orthorhombique à la forme hexagonale; une très faible variation de température suffit pour faire passer le cristal de la première forme à la seconde, et inversement: à cette température, les particules fondamentales doivent donc jouir d'une grande mobilité. M. Friedel me répondra qu'il est inutile de faire intervenir ces particules fondamentales, que les particules orthorhombiques se groupent pour donner naissance aux particules hexagonales: mais c'est reculer pour mieux sauter. Un examen un peu attentif lui montrera, en effet, que, si il en était ainsi, les éléments de symétrie de la particule orthorhombique n'interviendraient en rien dans la symétrie de la particule hexagonale, autrement dit, que la particule orthorhombique se comporterait comme une particule fondamentale. Cette théorie, dont le principe seul a été posé par M. Mallard, n'est qu'un cas particulier de la mienne; elle ne permet pas de donner une solution complète du problème du polymorphisme, ni au point de vue géométrique, ni au point de vue physique; elle ne permet pas d'établir les rapports existant entre les différentes formes d'un même corps, quand ces rapports existent bien entendu, puisque, de l'avis des hommes les plus compétents sur ces matières, il est des cas échappant à toute théorie, dans l'état actuel de la science.

Il est plaisant de constater, en passant, que, si les arguments de M. Friedel portaient, ils toucheraient

¹ Voir: BLONDEL, DOBKEVITCH, DURIS, FARMER, et TCHERNOS-VITOFF: Application des oscillographes à l'étude des alternateurs, *Congrès international des Electriciens*, Paris, 1900.

² Voyez la *Revue* du 30 juin, t. XI, p. 572.

aussi bien la théorie de Mallard que la mienne. Mais l'examen des macles obtenues mécaniquement nous fournit une démonstration concluante de l'indépendance et de l'individualité des particules fondamentales. Comment, en effet, en dehors de cette indépendance, expliquer la formation des macles de la Calcite par un simple mouvement de translation? Comment un tel mouvement pourrait-il transformer une particule complexe en une autre, symétrique de la première, si les particules fondamentales ne pouvaient modifier leurs positions relatives? L'argument tiré de la considération de la Boracite, dont les macles se produisent sans déformation du réseau, et par un faible dérangement des particules fondamentales, est non moins concluant. La notion de particule fondamentale est donc indispensable pour établir d'une façon simple et rationnelle les théories de l'isomorphisme, du polymorphisme et des groupements cristallins; il faudra l'introduire, dès le début, dans l'exposé des doctrines cristallographiques, si l'on veut qu'elles retrouvent leur netteté et leur rigueur primitives.

Dans la troisième partie de son article, M. Friedel combat la théorie que j'ai proposée pour expliquer les groupements cristallins; mais toute son argumentation repose sur une confusion. Il ne s'aperçoit pas que la symétrie approchée et la symétrie limite sont deux notions absolument distinctes et qu'un élément limite n'est pas forcément un élément approché. Tout ce qu'il dit sur les éléments approchés est parfaitement juste, mais n'a aucun rapport avec la question.

L'élément limite d'un polyèdre est défini par cette propriété, que le volume commun à ce polyèdre et à son symétrique par rapport à cet élément est un maximum, c'est-à-dire plus grand que pour tout autre élément voisin; un plan est un plan limite, quand le volume commun au polyèdre et à son symétrique, par rapport à ce plan, est plus grand que pour tout autre plan voisin. Très souvent l'élément limite est un élément approché, c'est-à-dire qu'il y a presque coïncidence entre le polyèdre et son symétrique; mais c'est là une condition qui n'est ni suffisante, ni nécessaire, et elle peut n'être pas réalisée. Quand une particule cubique se déforme, certains de ses éléments de symétrie deviennent approchés, d'autres deviennent limites, plus ou moins approchés, d'autres perdent toute propriété, et cela quel que soit le degré de la déformation.

L'orientation symétrique de la particule complexe par rapport à l'un de ses éléments limites, correspond, dans la cristallisation, à un maximum relatif de stabilité, l'orientation parallèle correspondant à un maximum absolu. Cette orientation symétrique est donc celle que la particule com-

plexe doit choisir de préférence, quand, par suite de causes extérieures, elle ne peut s'orienter parallèlement aux autres: plus l'élément limite sera approché, plus la macle aura chance de se produire.

Quoi qu'en dise M. Friedel, cette théorie si simple s'applique aussi bien aux groupements présentant un plan de symétrie qu'à ceux constitués par plusieurs cristaux symétriquement orientés autour d'un axe. Est-ce que les macles des Feldspaths ne sont pas considérées par tous les auteurs comme des macles dites par hémotropie? Est-ce que, par hasard, M. Friedel considérerait les groupements de l'Aragonite comme se produisant autour d'un axe? Ce serait singulièrement déformer les faits pour les adapter à une théorie.

Mais, ce qui est plus surprenant, c'est de voir M. Friedel me reprocher de faire appel aux propriétés de la particule complexe pour expliquer les groupements sous prétexte qu'on l'ignore. M. Friedel oublie-t-il que le but de la Cristallographie est précisément d'expliquer les propriétés des cristaux en parlant de l'élément constituant? Que connaît-il de plus de cet élément quand il s'appuie sur ses propriétés de symétrie pour expliquer la symétrie des corps cristallisés? Comment! pour toutes les propriétés physiques des cristaux, on sera en droit de faire intervenir la particule complexe, et il y aura une exception, une seule, relative aux groupements cristallins? Cela n'est pas sérieux. Il est évident, pour tout esprit sensé, que la symétrie des édifices cristallins et celle de leurs groupements ont même cause première: c'est dans la symétrie de l'élément constituant que nous trouvons l'explication de la symétrie cristalline, c'est elle également qui doit nous fournir l'explication de la symétrie des groupements; je crois donc avoir eu raison de dire que les éléments de symétrie réelle de la particule complexe se retrouvent dans l'édifice cristallin, et ses éléments limites dans les groupements.

En résumé, M. Friedel a obéi, en écrivant son article, à un sentiment très honorable, mais mal compris: son admiration pour son ancien maître. C'est fort mal honorer la mémoire de Mallard que de considérer ses théories comme intangibles et de refuser à quiconque le droit de s'occuper de Cristallographie. Dans ses conceptions, Mallard est toujours parti de cas particuliers pour remonter vers le cas général, mais, selon les phénomènes, les questions qu'il étudiait, il a suivi des voies différentes; aussi son œuvre manque-t-elle de cette unité qu'il lui aurait certainement donnée s'il avait vécu assez longtemps pour la reprendre dans son ensemble. Ce que Mallard n'a pu faire, faute de temps, je l'ai tenté, et j'ai la conviction d'avoir réussi.

Fred. Wallerant,

Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Müller (F.). — *Vocabulaire mathématique français-allemand et allemand-français, contenant les termes techniques employés dans les Mathématiques pures et appliquées. Tome I.* — 1 vol. in-8 de XII-132 pages. B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1901.

On raconte que l'illustre mathématicien anglais Sylvester, fier d'avoir donné une désinence à un grand nombre de formes algébriques, se décerna un jour le titre d'*Adam des Mathématiques*, par allusion à notre premier ancêtre, qui aurait attribué leur nom à toutes les créatures de la Terre. L'exemple de Sylvester a été suivi par beaucoup de ses successeurs, qui ont introduit chaque jour de nouveaux termes dans la nomenclature mathématique. Si quelques expressions n'ont eu qu'une existence éphémère, on ne peut se dissimuler que, dans la dernière moitié du siècle qui vient de finir, le vocabulaire des Mathématiques pures et appliquées s'est considérablement enrichi, et on peut envisager le moment où les savants des divers pays ne se comprendront plus qu'à grand'peine.

C'est dans le but de jeter quelque clarté dans ce chaos, et de faciliter la lecture des mémoires rédigés en français et en allemand, que M. Müller nous offre aujourd'hui le premier volume de son *Vocabulaire mathématique*. Cet ouvrage est le fruit d'une très longue collaboration à la rédaction du recueil bien connu *Jahrbuch für die Fortschritte der Mathematik*. Depuis sa fondation, M. Müller a rassemblé toutes les expressions techniques (mathématiques, physiques et astronomiques) qu'il y a rencontrées; il les a disposées par ordre alphabétique, puis classées systématiquement, en les accompagnant de l'indication de la source et d'autres notices bibliographiques et historiques. Le nombre de termes allemands qu'il a actuellement recueillis s'élève à plus de 10.000. L'auteur a, parallèlement, recherché, dans la littérature étrangère, les expressions correspondantes françaises, anglaises et italiennes. Ses recherches historiques sur la terminologie mathématique des Grecs et des Romains sont venues encore enrichir cette précieuse collection, qui formera la base d'un grand dictionnaire mathématique. C'est de ces matériaux que M. Müller a tiré le vocabulaire en deux langues qu'il publie aujourd'hui.

Ce vocabulaire ne renferme pas seulement les vocables simples avec leur traduction, mais aussi toutes les expressions composées, avec l'expression étrangère qui leur correspond. Le mot principal figure le premier et est suivi de tous les qualificatifs qui peuvent l'accompagner. On se fera une idée de la richesse de la nomenclature mathématique quand on saura que l'auteur a trouvé, en français, 119 expressions composées commençant avec le mot *angle*, 89 avec le mot *axe*, 130 avec le mot *cercle*, 242 avec le mot *surface*, 363 avec le mot *courbe*, etc.

Comme on le voit, ce vocabulaire rendra les plus grands services aux savants français pour la lecture ou la traduction des mémoires allemands de Mathématiques, et *vice versa*, questions qui ne laissent pas jusqu'à présent d'offrir souvent de sérieuses difficultés. En applaudissant au beau résultat obtenu par les patientes recherches de M. Müller, nous nous permettrons de signaler et d'encourager les efforts tentés dans le même sens par quelques mathématiciens français, en particulier M. J. Boyer et M. H. Brocard, qui travaillent aussi, depuis plusieurs années, à la préparation de dictionnaires mathématiques. L. B.

2° Sciences physiques

Da Silva Basto (Alvaro José), *Professeur à l'Université de Coïmbre.* — *Lições de Estereoquímica* (2^e édition). — 1 vol. in-8^o de xvi-136 pages, avec 50 figures dans le texte. (Prix : 5 fr.) França Amado, éditeur. Coïmbre, 1901.

Nous signalons à nos lecteurs ce petit livre portugais, pour attirer l'attention sur ce fait curieux du mouvement actuel de diffusion de la Stéréochimie. C'est, en effet, un mouvement qui continue à se propager, alors que l'ébranlement central qui lui a donné naissance voit plutôt son intensité diminuer.

Il est bien certain qu'en France on abuse moins qu'autrefois des notations stéréochimiques compliquées, certaines de ces figures devenant plus difficiles à lire que l'exposé même des faits qu'elles ont mission de représenter.

Malgré l'abus de ce système un peu compliqué de notation, on doit cependant reconnaître les services qu'il a déjà rendus et peut rendre encore; c'est à ce point de vue qu'il est surtout intéressant de constater la part que lui accordent certains pays étrangers dans l'enseignement de la Chimie.

Lefèvre (Léon), *Directeur de la « Revue générale des Matières colorantes et des Industries qui s'y rattachent ».* — *Les Produits chimiques et les Matières colorantes, le Blanchiment, la Teinture et l'Impression des fibres textiles.* — 1 vol. de 144 pages avec 1 plan, 23 dessins, 44 photographures, 19 échantillons. (Prix : 5 fr.) Au Bureau de la « Revue », 23, Chaussée d'Antin, Paris, 1901.

M. Lefèvre a eu l'heureuse idée de réunir, en une élégante brochure, l'ensemble des documents recueillis sur les différentes industries énumérées plus haut, et qui ont été représentées à l'Exposition de 1900. Après avoir émis quelques réflexions générales sur le but et l'utilité des expositions universelles, réflexions auxquelles il a ajouté quelques critiques très judicieuses, l'auteur passe en revue, et examine en même temps, la situation de l'industrie chimique dans chacun des principaux pays dont la production mérite d'être prise en considération. Ces revues sont émaillées de statistiques très suggestives qui font voir, dans une certaine mesure, l'état de prospérité plus ou moins avancée dans lequel se trouvent, pour chaque groupe de produits, les pays mis en parallèle.

A cet exposé général fait suite un chapitre de M. Tassilly sur la préparation électrolytique des produits chimiques employés dans la teinture et l'impression.

M. Lefèvre aborde ensuite la question des colorants minéraux et organiques, ainsi que celle des extraits tinctoriaux, fait ressortir les découvertes et améliorations introduites dans la fabrication de ces produits, tant en France qu'à l'étranger, insiste, en passant, sur l'organisation scientifique et matérielle qui caractérise quelques-uns des établissements les plus prospères, et termine par une comparaison du commerce des produits chimiques de la France et de l'Allemagne.

Une troisième partie est consacrée au blanchiment, à la teinture et à l'impression. Elle comprend d'abord la description des nouvelles machines en usage dans ces industries, puis un chapitre sur la teinture sur fils et tissus de M. Emile Blondel, et, enfin, un autre chapitre sur l'impression des tissus dans les principaux pays de l'Europe. Une quatrième et dernière partie comprend le mercérisage du coton et les nouveaux textiles artifi-

ciels brillants (soies artificielles). Les figures très bien réussies, les échantillons choisis avec goût ajoutent à l'attrait de l'exposé, qui est fait dans une langue claire, concise et sans redites.

Tous ceux qui s'intéressent à ces industries si importantes, qui sont sans cesse inspirées et fécondées par la Science, pourront se rendre un compte exact des progrès considérables qu'elles ont réalisés dans le cours des dix dernières années.

A. HALLER,

Membre de l'Institut,
Professeur de Chimie organique à la Sorbonne

Lévy (Lucien), *Professeur à l'École nationale des Industries agricoles de Douai. — Microbes et Distillerie.* — 1 vol. in-8° de 323 pages avec figures. (Prix : 10 fr.), G. Carré et Naud, éditeurs, Paris, 1901.

Il y a quelque dix ans, un distillateur agricole disait à un chimiste qui lui faisait des observations sur la pureté des moûts en fermentation : « Vous ne m'apprendrez pas à faire de l'alcool; voilà trente ans que j'en fais! » Ce distillateur, qui doit avoir aujourd'hui quarante ans de pratique, serait bien étonné, en lisant le livre de M. Lévy, de l'énorme quantité de choses qu'il faut apprendre quand on veut faire de l'alcool. C'est le microbe qui produit l'alcool; c'est le microbe également qui l'empêche de se former, à moins qu'il ne le détruise au fur et à mesure de sa formation.

Les différents microbes. Les bons et les mauvais, les saccharomyces, les amylomyces, les mucor, comme les moisissures, les bactéries acétiques, les ferments de l'amer, les amylobactes, etc., sont étudiés par M. Lévy dans leurs origines, dans leur développement, dans leur composition chimique, dans l'action qu'exercent vis-à-vis d'eux les différents antiseptiques.

Mais le distillateur est un metteur en œuvre; il faut qu'il admette les bons, et repousse les mauvais; c'est là qu'interviennent les pratiques industrielles, et que se trouve justifiée la seconde partie du titre de l'ouvrage. Il faut sélectionner la levure, la cultiver à l'état pur; il faut la faire intervenir dans la préparation des levains ou pieds de cuves, il faut ensemercer les cuves par le procédé dit de coupage, etc., toutes questions traitées avec méthode par M. Lévy. Le praticien dont je parlais au début se retrouverait dans la seconde partie de l'ouvrage, mais il reconnaîtrait certainement qu'il n'aurait jamais su formuler aussi bien les opérations qu'il pratique, et, s'il est honnête, qu'il a appris beaucoup de choses du théoricien et de l'homme de science.

L. LINDET,

Professeur à l'Institut National Agronomique.

3° Sciences naturelles

Clautriau (feu G.), *Assistant à l'Institut Botanique de l'Université de Bruxelles. — Nature et signification des Alcaloïdes végétaux.* — 1 vol. in-8° de 114 pages, H. Lamertin, éditeur, Bruxelles, 1901.

Ce Mémoire posthume est le dernier qui soit dû au jeune et distingué botaniste que la mort est venue faucher en plein talent, et quand la Science était en droit d'espérer encore de lui de fructueuses observations. L'intérêt de ce travail était assez grand pour qu'il ne fût pas laissé dans l'oubli; aussi la Société des Sciences médicales de Bruxelles en a-t-elle assuré la publication, en même temps que celle d'une notice biographique rédigée par son maître et ami Erréra¹.

Après avoir passé en revue les travaux publiés jusqu'à ce jour relativement à la nature et au rôle des alcaloïdes dans les végétaux, l'auteur rend compte de ses propres expériences, qui portent spécialement sur les *Coffea* et les *Thea*. Constatant que les réactifs microchimiques des alcaloïdes ne donnent que de mauvais

résultats avec la caféine, il montre que l'analyse chimique peut seule donner des renseignements précis pour la recherche de cette substance. Appliquant ces données, il trouve que, chez les Cafés et les Théés, la plus forte proportion d'alcaloïdes se rencontre dans les parties très jeunes et en voie de développement; cependant, une différence se manifeste entre les deux genres au point de vue des fruits: tandis que, chez le Café, il n'y a pas d'alcaloïde dans le péricarpe et qu'il en existe en quantité notable dans la graine, chez le Thé, le péricarpe, seul, renferme de la caféine.

Voulant ensuite élucider la signification des alcaloïdes, Clautriau entreprend une série d'expériences sur la germination ou les annulations à la lumière et à l'obscurité. Il constate ainsi que, contrairement à l'opinion d'Heckel, l'alcaloïde ne disparaît pas au cours de la germination et n'est pas utilisé directement par la jeune plantule. Cela ne veut pas dire qu'il ne soit jamais réassimilé: ce phénomène est même fréquent chez les plantes herbacées annuelles vers la fin de leur végétation, mais on peut remarquer expérimentalement que jamais cette disparition n'est accompagnée d'une augmentation des albuminoïdes, tandis qu'au contraire toute diminution des matières protéiques entraîne une accumulation d'alcaloïdes. Ces dernières substances seraient donc des déchets de l'activité cellulaire.

Quant au rôle qu'elles jouent dans le végétal, l'auteur, se basant sur leur localisation dans l'épiderme de certaines plantes, dans l'écorce, dans les jeunes feuilles, dans les tissus de réserve, admet qu'elles constituent un moyen de protection vis-à-vis des animaux. Il pense que leur production doit être un fait beaucoup plus général qu'on ne suppose, mais que l'accumulation qu'on observe n'est en quelque sorte qu'une résultante de la formation et de la destruction simultanée de ces déchets de nutrition azotée, résultante qui devient tangible lorsque la destruction n'est pas suffisamment rapide ou n'a pas lieu.

L. LUTZ,

Docteur ès sciences,

Chef de Travaux à l'École de Pharmacie de Paris.

Boule (Marcellin), *Docteur ès sciences; Glangeaud (Ph.)*, *Maitre de Conférences à l'Université de Clermont;* **Rouchon (G.)**, *Archiviste du Puy-de-Dôme;* **Vernière (A.)**, *Ancien président de l'Académie de Clermont.* — **Le Puy-de-Dôme et Vichy, guide du touriste, du naturaliste et de l'archéologue.** — 1 vol. in-16 de 378 pages, avec 108 figures et 3 cartes. (Prix cartonné : 4 fr. 50) Masson et Cie, éditeurs, Paris, 1901.

La collection des Guides publiés sous la direction de M. Marcellin Boule vient de s'augmenter d'un nouveau volume sur le *Puy-de-Dôme et Vichy*. Le but poursuivi dans ces Guides est connu: à la sèche énumération de *curiosités* de tout ordre rencontrées au hasard des itinéraires, M. Boule s'est proposé de substituer des descriptions raisonnées des régions naturelles de la France. Pénétré de cette idée que le *paysage* que le touriste va admirer n'est qu'une conséquence des phénomènes géologiques qui ont affecté une région, c'est autour de sa description géologique qu'il a groupé les notions orographiques et hydrographiques. L'ensemble de la première partie du Guide embrasse les caractères physiques, la faune et la flore, l'anthropologie, l'archéologie, l'histoire, l'homme actuel. La seconde partie, consacrée aux itinéraires, est conçue sur le plan des Guides classiques, mais le touriste y verra à chaque instant rappelée la liaison de la topographie avec les phénomènes géologiques et la nature du sol, et le naturaliste y trouvera d'intéressants renseignements sur les gisements de minéraux, les stations de plantes intéressantes,...

La valeur de ces Guides ainsi compris dépasse celle d'un ouvrage pour le grand public; ils deviennent de véritables monographies régionales où le géographe, le naturaliste, l'historien, l'archéologue, l'économiste, qui voudront se faire une idée aussi exacte que rapide du

¹ L. ERRÉRA: G. Clautriau. Esquisse biographique. *Ann. Soc. Sc. méd. et nat. de Bruxelles*, t. IX, fasc. 2-3, 1900.

pays décrit, trouveront condensés de multiples renseignements jusqu'alors éparés dans de nombreuses publications.

A. BIGOT,

Professeur à l'Université de Gaen.

Deniker. (J.). — Les Races et les Peuples de la Terre. Eléments d'Anthropologie et d'Ethnographie. — 1 vol. in-18 de vi-692 pages. (Prix : 12 fr. 50). Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1901.

Le titre du livre de M. Deniker en indique très exactement l'objet. Tout son ouvrage, en effet, est dominé par la distinction très justifiée qu'il établit entre la race, « unité somatologique », et le peuple, « groupe ethnique », constitué d'ordinaire par le mélange ou la combinaison de plusieurs races. La notion de race a une valeur zoologique, beaucoup plutôt qu'historique ou ethnographique. Des groupes ethniques, constitués par des individus de même race, présentent souvent les différences les plus nettes au point de vue de leurs mœurs, de leurs coutumes, de leur structure sociale, de leur civilisation matérielle, de leurs croyances, tandis qu'il y a fréquemment, au contraire, une ressemblance, qui peut aller jusqu'à une identité complète, entre les institutions familiales, les rites religieux, les procédés de culture de populations qu'éloignent l'une de l'autre leurs caractères somatiques.

Avec grande raison, M. Deniker range au nombre des caractères ethniques la langue que parle une population ; elle est fort indépendante de la race ou des races auxquelles elle appartient, et c'est une méthode dangereuse et qui peut induire en de singulières illusions de conclure de la communauté de langue à l'unité d'origine. On a dû renoncer à la notion de race celtique, qui ne répondait à rien, et peut être se verra-t-on obligé bientôt de renoncer également à la notion de race aryenne. Il est vraisemblable que les Aryens, ce sont les populations qui, à une époque très ancienne, et antérieurement aux grandes migrations historiques, parlaient déjà une langue aryenne. Il y a eu des peuples aryens qui ont imposé, dans les temps où nous permettent d'atteindre nos documents, leur domination à des peuples anaryens et les ont marqués de l'empreinte de leur civilisation : il ne semble pas qu'il y ait eu de race aryenne.

Et, d'ailleurs, comme le fait très justement remarquer M. Deniker, il n'existe que fort peu d'individus de race pure. Les « unités somatologiques » sont des « types théoriques », formés d'un ensemble de caractères physiques combinés d'une certaine façon. « On peut délayer l'existence de ces unités par l'analyse minutieuse des caractères physiques d'un grand nombre d'individus pris au hasard dans un groupe ethnique donné » ; mais, de ces espèces ainsi constituées, on n'a pas le type sous la main. Chez les divers sujets, les formes sont altérées par les mélanges et les mélanges, et chacun d'eux n'offre que deux ou trois des traits caractéristiques de la race. Et cette complexité des types est d'autant plus grande que l'on a affaire à des populations plus civilisées. Ce n'est guère que chez des peuplades au plus bas degré de civilisation, et qui vivent dans un entier isolement, que l'on a chance de rencontrer quelque homogénéité de race. Il est, du reste, à remarquer que l'homme, qui n'est pas soumis, comme les animaux domestiques, à la sélection artificielle, et que les conditions où il vit soustraient en partie à l'action de la sélection naturelle, ne peut être assimilé que sous certaines réserves aux autres animaux, en ce qui concerne les lois de formation des espèces, des variétés et des races. M. Deniker estime que nulle limite précise n'existe entre l'espèce et la race, et il considère que la querelle entre monogénistes et polygénistes n'a pas une primordiale importance ; il ne croit pas, d'ailleurs, que la question qui les divise soit, à l'heure présente, susceptible d'une solution scientifique.

Le livre de M. Deniker se divise en deux parties : l'une générale, l'autre spéciale. Dans la première (pp. 14-332), après avoir exposé les caractères différen-

tiels entre l'homme et les singes, il passe en revue les différentes caractéristiques des diverses races humaines au point de vue morphologique, physiologique, psychologique et pathologique et présente un court tableau de l'évolution linguistique et de l'évolution sociale, où il insiste plus encore sur les traits communs aux divers groupes ethniques que sur les particularités de leur structure et de leur développement.

Dans la seconde (pp. 333-638), il esquisse une classification d'ensemble des races et des peuples et étudie successivement les peuples des cinq parties du monde et les races qui entrent dans leur composition.

M. Deniker a groupé sur les variations de la taille dans l'espèce humaine, d'après la race, l'ensemble le plus complet de documents qu'on ait réunis jusqu'ici.

Il résulte nettement de ses recherches qu'en dépit des variations individuelles, la taille est l'un des caractères les plus constants dans un groupe ethnique donné et surtout dans une race : l'influence du milieu, si marquée qu'elle soit, ne vient qu'au second rang et laisse, d'ailleurs, reparaître celle de la race dès que les conditions se modifient quelque peu.

M. Deniker attribue aux particularités de structure des cheveux une importance prépondérante pour la distinction et la classification des races, mais il montre qu'à ne tenir compte que de ce seul ordre de caractères, comme de tout autre d'ailleurs, on séparerait des unités somatologiques que rapprochent leurs affinités naturelles et on réunirait en un même groupe des variétés que l'ensemble de leurs caractères éloigne les unes des autres. L'un autre caractère de haute valeur et dont la constance semble singulière, c'est la coloration de la peau, des yeux et des cheveux : elle est, du reste, en corrélation avec la structure et la morphologie de la chevelure.

L'auteur semble attribuer à ces traits extérieurs, et aux diverses particularités de la structure de la face chez le vivant, autant d'importance qu'aux caractères craniologiques. Ces caractères, d'ailleurs, il les a exposés avec une remarquable clarté, et tout le chapitre qu'il a consacré aux mensurations craniennes est à lire avec grande attention. Il semble, au reste, que la forme du crâne, dont la valeur est considérable au point de vue morphologique, n'ait pas de signification nette au point de vue physiologique et qu'elle ne tienne sous sa dépendance ni la puissance intellectuelle des individus ou des races, ni la qualité de leur intelligence.

Il n'apparaît pas que, même au point de vue morphologique, la signification de l'indice céphalique prime celle de l'indice nasal, auquel M. Deniker attache une valeur toute particulière.

La capacité crânienne elle-même et le poids du cerveau, qui sont sous la dépendance, en une large mesure, du poids et de la taille de l'individu, ne donnent que des indications très grossières sur la puissance mentale.

M. Deniker, qui est au courant des récents travaux en matière de linguistique, a dit un sage adieu à la théorie qui fait à toute langue une obligation de passer par les trois étapes du monosyllabisme, de l'agglutination et de la flexion. Il a présenté un très lucide résumé de l'histoire des premières ébauches de l'écriture.

L'esquisse qu'il a tentée des formes primitives de la religion est, dans ses traits essentiels, exacte ; peut-être, cependant, a-t-il donné au culte des morts une plus large place que celle qui lui appartient légitimement dans l'ensemble des phénomènes religieux, et a-t-il établi, entre les croyances spirituelles et le fétichisme, un lien plus constant et plus étroit que ne le révèle l'analyse des faits. Il aurait fallu montrer que les croyances relatives aux diverses catégories d'êtres supérieurs sont, dans la plupart des cas, non pas successives, mais simultanées : le culte des animaux, des arbres ou du soleil ne dérive pas du culte des morts ; ils se sont parallèlement développés. On pourrait aussi reprocher à l'auteur de n'avoir pas assez nettement indiqué que l'essentiel, dans toute religion, c'est le rite. Ce qui est secondaire et subordonné, ce

sont les mythes, les légendes, les dogmes, toute la théologie en un mot. Mais il le faut louer d'avoir mis en lumière l'indépendance originelle de la morale sociale et de la morale religieuse, l'indifférence primitive des dieux à la conduite des hommes les uns envers les autres. On trouvera (p. 263 et suiv.), d'intéressantes indications, peut-être un peu trop rapides, sur la numération, la géométrie, la chronologie, la cartographie et la médecine des non civilisés. M. Deniker, avec raison, rejette l'hypothèse hasardée de la promiscuité primitive : il accepte, peut-être sans la soumettre à une suffisante critique, la théorie de Mac Lennan, de Morgan et de Fison et Howitt sur le mariage collectif (*group-marriage*), dont il ne distingue pas assez nettement la famille polyandrique ; il semble confondre la famille maternelle avec le régime matriarcal, qui en est une forme très exceptionnelle, et ne donne pas d'explication très claire de l'horreur qu'inspire l'inceste aux non civilisés ; il ne cite pas à ce propos le mémoire capital sur la question, celui de Durckheim (*Année sociologique*, t. I) ; il semble parfois ne pas discerner aussi précisément qu'il faudrait la différence de nature qui existe entre la famille et le clan, qu'il paraît parfois se représenter comme une agrégation de familles. Sur les formes diverses du mariage, les rites en usage lors de la naissance, l'éducation de l'enfant, l'initiation, le traitement que reçoivent les vieillards, les coutumes du deuil, ses indications, très sommaires, sont dans l'ensemble exactes. Il convient de signaler l'intéressante esquisse qu'a donnée l'auteur (p. 289-92) de l'organisation économique des sociétés primitives, mais on ne saurait admettre que c'est l'établissement du régime féodal qui a détruit en Occident la propriété collective. Sur la question du Totémisme, M. Deniker semble n'avoir pas utilisé les plus récents travaux (Jevons : *An introduction to the History of Religion* ; E. B. Tylor : *Journal of Anthrop. Inst.* 1898 ; G. G. Frazer : *Fortnightly Review*, avril et mai 1899). Ce qui concerne le gouvernement et le rôle des chefs est très sommairement exposé ; il est à peine fait allusion à leurs fonctions religieuses. Du tabou, qui tient une si grande place dans l'organisation des sociétés non civilisées, il n'est dit qu'un mot en passant. M. Deniker se méprend à notre sens en lui attribuant en Mélanésie une signification purement civile et économique ; nous croyons avoir établi (Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, Sciences religieuses, t. VII) son caractère religieux. Sur les sociétés secrètes, l'auteur a donné les détails essentiels. Toute la partie de ce chapitre relative à la civilisation matérielle (armes, monnaie, véhicules, etc.) est fort intéressante ; l'auteur a su faire tenir en ces quelques pages un très grand nombre de faits clairement classés.

Dans le chapitre VIII, M. Deniker passe rapidement en revue les diverses classifications que l'on a proposées des races humaines et expose le système de classification auquel il s'est lui-même arrêté. Il distingue vingt-neuf races, qu'il groupe sous six chefs distincts : A) Cheveux crépus, nez large — Races : Bochimane, Négrito, Nègre, Mélanésienne ; B) Cheveux frisés ou ondulés — Races : Ethiopienne, Australienne, Dravidiene, Assyroïde ; C) Cheveux ondulés, bruns ou noirs ; yeux foncés — Races : Indo-Afghane, Arabe, Berbère, Européenne littorale, Ibéro-insulaire, Européenne occidentale, Adriatique ; D) Cheveux ondulés ou droits, blonds ; yeux clairs — Races : Européenne Nordique, Européenne orientale ; E) Cheveux droits ou ondulés, noirs, yeux foncés — Races : Aino, Polynésienne, Indonésienne, Sud-Américaine ; F) Cheveux droits — Races : Nord-Américaine, Centraméricaine, Patagone, Esquimau, Lapone, Ougrienne, Turque, Mongole.

Il a représenté les affinités des races en un tableau où sont distribuées les vingt-neuf races, qu'il a constituées en dix-sept groupes, dont sept seulement (Américain-Océanien, Nègroïde, Nord-Africain, Eurasien, Melano-chroïde (Européen), Xanthochroïde (Européen) comprennent plus d'une race. La disposition du tableau met

en évidence, par exemple, les relations qui unissent les Dravidiens aux Indonésiens et aux Australiens, les Assyroïdes aux Adriatiques et aux Indo-Afghans ; les Indo-Afghans aux Ethiopiens et aux Arabes, les Esquimaux, aux Mongols et aux Nord-Américains à la fois.

C'est sur de tout autres principes que s'est fondé M. Deniker pour la classification des groupes ethniques ; il a pris pour base les affinités linguistiques et sociologiques et surtout le groupement au point de vue géographique.

Le chapitre consacré aux races et aux peuples de l'Europe est extrêmement remarquable : c'est peut-être le meilleur du livre, c'est à coup sûr le plus neuf et sans doute le plus utile. Après un exposé très plein, en sa brièveté, de ce que nous savons de l'anthropologie, et de l'archéologie préhistoriques de l'Europe (il laisse en suspens la réalité de l'existence de l'homme tertiaire), on il a mis à profit les beaux et classiques travaux de MM. de Mortillet et Salomon Reinach, l'auteur présente un court résumé des polémiques qu'a soulevées, entre ethnographes et linguistes, la question aryenne. Pour M. Deniker, il n'y a pas de race aryenne, et c'est perdre son temps que d'en chercher le point d'origine en Asie ou en Scandinavie ; il y a une famille de langues aryennes, dont le berceau se trouve sans doute dans le Sud-Est de l'Europe, et peut-être une civilisation aryenne, fort semblable d'ailleurs probablement à celle des autres populations de l'âge néolithique.

Il en vient alors à l'étude des races actuelles. Si l'on ne tient pas compte des Allophytes d'origine asiatique, turque ou mongole, la population de l'Europe est constituée par les combinaisons de deux races blondes : la Nordique et l'Orientale, et de quatre races brunes : Ibéro-insulaire, Cévenole ou Occidentale, Littorale et Adriatique. Il faut renoncer à donner une valeur anthropologique aux expressions de races latines ou de races celtiques : leur signification est exclusivement linguistique ou sociologique. La race germanique a une existence un peu moins conventionnelle, mais il s'en faut que tous les germanophones soient de race Nordique ou sub-Nordique. — Les paragraphes qui se rapportent, en ce chapitre, à l'ethnographie de la France et de l'Italie et aux Finnois sont tout particulièrement intéressants.

Aux le chapitre relatif aux races et peuples de l'Asie, nous signalerons spécialement les pages qui traitent de l'archéologie préhistorique et celles qui ont trait à l'ethnographie de la Sibérie et de l'Indo-Chine. Nous aurions aimé qu'une étude plus approfondie nous ait été donnée des races de la Chine, de l'Inde et de la Perse. La race sémitique semble bien avoir une réalité anthropologique et n'être pas seulement une entité linguistique, mais il s'en faut que tous les peuples de langue sémitique y puissent trouver place et il paraît bien que bon nombre des Juifs appartiennent à la race assyroïde. Dans le chapitre relatif aux peuples et races de l'Afrique, il nous semble que tout ce qui se rapporte aux Hauts a été traité bien sommairement, mais il faut noter la conception très plausible et très suggestive de M. Deniker qui en fait des métis de Nègres, de Négritos, de Boschimans-Hottentots et d'Ethiopiens. Il n'y a qu'à louer, par contre, les pages très intéressantes et très neuves consacrées aux populations rouges de la région équatoriale : Sandé, Massai, etc., et aux populations nigritiennes, dont cependant, il n'a indiqué que d'une façon bien générale les traits caractéristiques au point de vue de la civilisation et de l'organisation sociale.

L'ethnographie de l'Australie est, elle aussi, fort sommairement traitée, mais il faut reconnaître que bon nombre des questions essentielles qu'elle soulève avaient été traitées dans les chapitres qui se rapportent aux caractères sociologiques des diverses races. M. Deniker a montré, en se fondant sur les travaux de Ling Roth, qu'il fallait séparer des Australiens les Tasmaniens, aujourd'hui éteints, et les rattacher à la race mélanésienne. Il a jeté un peu de lumière sur l'ethnographie si compliquée de la Malaisie et a fait voir clairement qu'il

n'existait pas les affinités que l'on avait cru entre les Polynésiens et les Indonésiens, que tous leurs caractères rapprochent des Malais; ce sont peut-être les Proto-Malais, et les Malais actuels ne seraient alors que des métis, produits des croisements des Indonésiens avec des Chinois, des Papous, des Négritos, des Hindous, etc. Il nous semble que M. Deniker se méprend en énumérant, parmi les caractères spécifiques des Papous, l'emploi du *bull-roarer*; il se retrouve chez les autres Mélanésiens, au témoignage de Codrington.

Il eût été nécessaire de donner des détails plus précis sur les Micronésiens, qui diffèrent à plusieurs égards des autres Polynésiens, en particulier au point de vue de la structure familiale et de l'organisation sociale.

Le chapitre consacré à l'Amérique est fort bon. Il renferme une bonne étude sur les *mound-builders*; on est un peu surpris que M. Deniker n'y mentionne pas le beau livre de Cyrus Thomas : *Introduction to the study of North American Archaeology*. Peut-être estimera-t-on qu'il vaudrait mieux séparer plus complètement les Esquimaux des autres races américaines, dont ils diffèrent à la fois somatiquement et ethniquement. M. Deniker reconnaît l'existence d'une race palé-américaine, à laquelle il rattache les Indiens des Andes. Les paragraphes qu'il a consacrés à l'ethnographie de l'Amérique centrale, du bassin de l'Amazonie et du Brésil rendront à tous les ethnographes les meilleurs services. Il a décrit avec une extrême clarté les migrations en sens opposé des Arrawaks et des Caraïbes. Il aurait pu, mettant plus largement à profit les travaux de von den Steinen, donner de plus amples détails sur les tribus du centre du Brésil, dont les mœurs jettent une si précieuse lumière sur diverses questions de sociologie.

L'auteur a rendu un éminent service en écrivant son livre. Nous ne voudrions pas que nos critiques de détail puissent donner le change sur notre pensée; c'est un ouvrage excellent que celui de M. Deniker, un livre méthodique et clair, amplement et sûrement documenté.

L. MARILLIER,

Maître de Conférences à l'École pratique des Hautes-Études.

4^e Sciences médicales

Rothschild (Dr Henri de). — *Bibliographia lactaria. Bibliographie générale des Travaux parus sur le lait et l'allaitement jusqu'en 1899, avec une préface de M. E. Duclaux, Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur.* — 1 vol. in-8^o Jésus de 600 pages. (Prix : 20 fr.) O. Doin, éditeur. Paris, 1901.

M. Henri de Rothschild est très honorablement connu dans la littérature médicale par ses publications sur l'alimentation des nourrissons. Au cours de ses recherches, il a été amené à consulter ce qui avait déjà été écrit sur ces questions. Il a trouvé intéressant et utile d'établir une bibliographie générale des ouvrages ayant traité du lait et de l'allaitement. C'est ainsi qu'est né le volume qu'il nous présente aujourd'hui.

Ce volume in-8^o, de près de 600 pages, ne contient que des indications bibliographiques. Celles-ci sont exactement au nombre de 8.375. Ainsi, sur cette question limitée d'hygiène alimentaire de l'enfance, il a été publié 8.375 mémoires, ouvrages, traités ou livres. Je n'ai pas compté le nombre d'auteurs qui ont concouru à l'édification de cette véritable bibliothèque : leurs noms, disposés par ordre alphabétique, n'occupent pas moins de 68 pages.

En publiant ce volume, M. de Rothschild a voulu être utile à tous ceux qui s'intéressent à la question du lait. Certes, l'utilité d'une telle publication ne saurait être niée, et ce n'est pourtant pas ce côté du livre qui nous a frappé quand nous l'avons parcouru. Ce qui nous a semblé vraiment curieux, c'est de voir que les questions que nous abordons aujourd'hui avec toutes les ressources de la science moderne (analyse chimique, microscopie, bactériologie) — sans les résoudre le

plus souvent — se posaient déjà dans l'esprit des *savants* d'il y a quatre cents ans.

En 1538, Acorombonus publie à Nuremberg un livre intitulé : « *Tractatus utilissimus de natura et usu lactis* », et en 1633 nous trouvons l'ouvrage de Ortlob « *De lacte humano* ». Je ne dirai pas qu'à cette époque on connaissait déjà les méfaits du lait de vache; mais, en tout cas, on y pensait déjà, puisqu'en 1666 paraît le travail de Bourdelin sur « l'examen du lait de vache, d'ânesse et de chèvre », et qu'en 1790 Bouillon-Lagrange publie une « Lettre contenant des expériences sur le lait de femme et le lait de vache. » A ces époques lointaines, on observait comme aujourd'hui, souvent mal, quelquefois bien. Si Borri-chius voit bien dans son « Observation sur une femme dont le lait était amer par l'usage qu'elle avait fait de l'absinthe » — cette observation date de 1766, — on ne peut en dire autant de l'auteur qui, en 1707, publie un Mémoire sous le titre suivant : « Le lait des Européennes qui vont à Batavia est si salé, qu'elles ne peuvent nourrir leurs enfants. Il n'en est pas de même du lait des négresses. »

Tout comme aujourd'hui la composition du lait intéressait les savants et, comme nous, ils essayaient de l'analyser. Nardius fait paraître à Florence, en 1634, un livre intitulé : « *Lactis physica analysis* », et en 1736, Vullyamoz, dans sa dissertation inaugurale, s'occupe du dosage des sels du lait : « *De sale lactis essentiali* »!

Quant au rôle du lait dans le traitement des maladies, il est connu depuis des siècles. Voici, en 1670, l'ouvrage de Greisel sur les effets miraculeux du régime lacté dans l'arthrite : « *Tractatus medicus de cura lactis in arthritide, in quo indicata natura lactis et arthritidis tandem rationibus, etc.* »; voici encore, en 1678, le livre de Bayle : « *De utilitate lactis ad tabidos reticiendos et de immediato corporis alimento.* » Il n'y a pas dix ans que nous connaissons le koumiss et le kephir, et pourtant, dès 1811, Clarke faisait paraître un ouvrage intitulé : « *Of the koumiss of the Calmucks and of the ardent spirit which they distill from milk.* » C'est ainsi qu'à travers des siècles on voit revenir les mêmes questions et celles-ci être prises et reprises avec de nouveaux moyens d'investigation, avec d'autres idées préconçues, avec de nouvelles méthodes.

« Quand on voit, écrit M. Duclaux dans la préface qu'il a consacrée au livre de M. de Rothschild, l'énorme bibliographie établie par M. le Dr H. de Rothschild, à propos de l'étude du lait, et que l'on songe, comme on peut le faire en consultant les derniers ouvrages qu'elle mentionne, combien nous sommes encore peu avancés sur cette question, on se sent saisi d'une sorte de mélancolie devant l'immensité des efforts et la pauvreté du résultat; des centaines de savants, des milliers d'années d'études, pour aboutir à deux ou trois cents pages de vérités! Et encore, toutes ces vérités, pouvons-nous en répondre? »

Telle est la philosophie qui se dégage des 8.375 indications bibliographiques réunies par M. H. de Rothschild dans son superbe volume.

Dr R. ROMME,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

De Langenhagen (Maurice). — *L'Entéro-colite muco-membraneuse. Enquête sur certains points controversés de son histoire.* — (Extrait de la Presse Médicale du 11 mai 1901). G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1901.

Dans ce Mémoire, M. de Langenhagen produit et discute une statistique personnelle de six cents cas d'entéro-colite muco-membraneuse. Ce travail, très complet, fait honneur à son auteur et élucide la plupart des problèmes qui se posaient dans l'histoire de cette affection.

Girod (Dr Paul). — *Comment on se défend contre les Vers intestinaux.* — 1 broch. in-8^o de 70 pages, avec planches. (Prix : 1 fr.) L'Édition médicale française. Paris, 1901.

flores obdiplostémones (Rutacées, Diosmées, etc.); 3^e les *Disciflores eudiplostémones* (Méliacées, Coriariées, etc.).

Séance du 24 Juin 1901.

M. Ed. van Beneden est élu correspondant pour la Section d'Anatomie et de Géologie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Deslandres communique une troisième série d'observations de la nouvelle étoile de Persée. Le 17 avril, la nouvelle étoile présentait très probablement la raie caractéristique des nébuleuses. — M. Dumont envoie un exposé détaillé des principales propriétés des surfaces du troisième ordre traitées par les méthodes de la Géométrie projective. — M. D.-Th. Mgorov étudie le problème suivant : Trouver toutes les surfaces qui admettent un réseau conjugué invariable dans une déformation continue. — M. L.-E. Dickson poursuit ses recherches sur la théorie des groupes linéaires dans un domaine arbitraire de rationalité. — M. S. Zaremba communique quelques considérations sur l'intégration de l'équation $\Delta w - \mu^2 w = 0$.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Violle a observé, au cours d'un orage, un éclair en boule, le 9 juin, près de Gevrey-Chambertin (Côte-d'Or). — M. A. Ponsot, poursuivant ses recherches sur les actions chimiques dans les systèmes dissous ou gazeux, montre que la formation réelle ou virtuelle du système qui tend à exister seul à une dilution infinie et qui décroît quand on enlève du dissolvant, diminue la tension de vapeur de ce dissolvant; celle du système antagoniste accroît cette tension de vapeur. — MM. Ph.-A. Guye et A. Baud ont déterminé les constantes capillaires de la valéroxime, de la méthyléthylcétoxime, des phényl, méthyl, éthyl et isopropyluréthanes. Tous ces corps sont polymérisés à l'état liquide; chez les uréthanes aliphatiques, le dérivé méthylé est moins polymérisé que le dérivé éthylé, et celui-ci que le dérivé propylé. — M. A. Besson, à la suite de la confirmation de l'existence du sous-oxyde de phosphore P²O par Michaelis, a repris l'étude de son oxyde phosphoreux P²O, dont l'existence avait été mise en doute. En dissolvant HBr à froid dans du chlorure de phosphore, puis en faisant passer un courant de PCl³, on obtient un volumineux dépôt jaune orangé, qui, purifié, correspond bien à la composition P²O. — M. Jouniaux a étudié l'action des radiations solaires sur le chlorure d'argent en présence d'une atmosphère limitée d'hydrogène. Après une exposition au soleil suffisamment prolongée, et avec une quantité convenable de chlorure d'argent, tout l'hydrogène est transformé en HCl. — M. M. Berthelot a étudié les réactions de deux bases mises simultanément en présence de l'acide phosphorique, l'une formant un phosphate soluble (soudé), l'autre formant un phosphate insoluble (chaux ou baryte). Dans les trois cas examinés, la proportion de PO⁴H³ précipité est double de celle qui correspondrait à la chaux ou à la baryte supposées changées en phosphates tribasiques. Il y a donc séparation, sous forme insoluble, d'une fraction de soude considérable. — M. Paul Sabatier rappelle, à la suite de la communication de M. Recoura, qu'il a obtenu, il y a déjà longtemps, des sels basiques mixtes par action d'un oxyde ou d'un hydrate métallique sur les solutions des sels des autres métaux. — M. A. Mailhe a poursuivi l'étude de l'action de l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses de sels métalliques. Avec les azotates de manganèse et de cadmium, on obtient des sels du type (AzO³)²Hg, RO, 3H²O. Avec les sels ferreux, il y a réduction de l'acide mercurique en sel mercurieux ou en mercure et oxydation du sel ferreux en sel ferrique. — M. G. André rappelle qu'il a aussi obtenu, il y a quelques années, des oxychlorures basiques renfermant plusieurs oxydes métalliques. — M. F. Parmentier rappelle qu'il a indiqué, en 1892, un procédé d'embouteillage des eaux minérales qui assure la conservation parfaite de leur composition et de leurs pro-

priétés thérapeutiques. — M. M. Berthelot pense que les corps obtenus par M. Chavastelon dans l'action de l'acétylène sur le chlorure cuivreux peuvent être considérés comme des dérivés d'un chlorure double de cuprosacétyle monosubstitué (C²H²Cu.Cl.CuCl ou trisubstitué (C²Cu³)Cl.CuCl. — M. A. Colson montre que la réaction du chlorhydrate de pipéridine sur le chlorhydrate d'ammoniac sec en présence du gaz ammoniac est réversible et limitée par la tension du gaz. — MM. L. Maquenne et G. Bertrand ont préparé l'érythrite racémique inactive par compensation en mélangeant des poids égaux des deux érythrites actives. Le corps obtenu est identique à celui trouvé autrefois par M. Griner; il fond à +72°. — M. M. Descude a fait réagir le chlorure d'acétyle sur le trioxyméthylène en présence de chlorure de zinc et a obtenu l'acétochlorhydrine de méthylène Cl².COO.CH².Cl. Avec le chlorure de benzoyle, on obtient un corps (C⁷H⁶O²)₂, isomère de l'acide benzoïque. — MM. L. Bouveault et A. Bongert, en soumettant à l'action de l'acide nitrique fumant les deux butyrylacétylacétates de méthyle, ont obtenu le même éther méthylique C⁸H⁶Az²O²; la nitration de l'acétylacétate fournit également le même produit. Les groupes acétylés sont donc indifférents à la réaction et se retrouvent à la fin à l'état d'acides. — MM. A. Haller et A. Guyot, en diazotant l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane orthoamidé en milieu chlorhydrique, ont obtenu une leucobase qui, par oxydation, donne un colorant bleu ne présentant aucune particularité. Mais, si la diazotation a lieu en milieu sulfurique concentré, on obtient un dérivé fluorénique, l'hexaméthyltriamidophénylfluorène. C'est la leucobase d'un nouveau colorant, le bleu de fluorène, soluble dans l'alcool et dans l'eau. — M. G. Massol a étudié la valeur acimétrique de l'acide parasulfonique C⁶H⁴AzH².SO³Hi. — MM. J. Minguin et E. Grégoire de Bollefont ont étudié les propriétés de quelques composés racémiques de la série du camphre. Ils ont généralement une forme cristalline différente de celle des composés actifs. Un mélange d'actif et de racémique à formes cristallines différentes possède un point de fusion commençant inférieur au point de fusion de celui des deux corps qui fond le plus bas. Un mélange d'actif et de racémique affectant la même forme cristalline a un point de fusion commençant un peu plus élevé que le point de fusion de celui des deux corps qui fond le plus bas. La densité du racémique est plus grande que celle de ses constituants. — M. A. de Schulten a effectué la synthèse de la boronatrocalcite (nuxite) en ajoutant une solution de chlorure de calcium à une solution de borax en excès saturée à froid. Les cristaux obtenus possèdent bien la composition Na²O, 2CaO, 5B²O³, 16H²O. — M. G. André a étudié l'évolution du soufre et du phosphore dans la plante pendant la germination. Le soufre total augmente progressivement pendant la germination. Le phosphore des phosphates préexistants augmente aussi pendant la germination, tandis que le phosphore total reste stationnaire et n'augmente que lorsque l'azote lui-même s'accroît.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. L.-R. Régnier et G. Didsbury ont pratiqué l'anesthésie locale en chirurgie dentaire à l'aide des courants de haute fréquence et de haute intensité. Les incisives et les canines sont les dents les plus faciles à anesthésier; les molaires et les racines découronnées le sont moins. L'électrisation ne provoque aucune réaction fâcheuse. — M. R. Demerliac a employé le résonnateur Oudin pour actionner les tubes à vide. Les rayons X produits par ce moyen possèdent la propriété de ne pas donner d'érythèmes. — MM. Stassano et P. Bourcet ont constaté que l'iode contenu dans le sang normal existe exclusivement dans les leucocytes. — MM. A. Chauveau et J. Tissot présentent un outillage simple pour rendre inoffensifs le séjour et le travail de l'homme dans les atmosphères irrespirables contaminées par des gaz délétères. Leur appareil nasal à séparation du courant d'air expiré et du courant d'air inspiré permet de prendre ce dernier

à une grande distance du sujet au moyen d'un tube. Les sujets munis de cet appareil peuvent séjourner et agir sans danger au milieu d'une atmosphère quelconque. Le système se prête à toutes les opérations de sauvetage qu'on peut avoir à réaliser dans les locaux envahis par les gaz délétères. — M. L. Bordas a étudié l'appareil digestif des Dytiscides. — M. H. Coupin a constaté que les végétaux supérieurs jouissent d'une sensibilité merveilleuse à l'action utile des sels de potassium et permettent d'apprécier la mesure de ceux-ci, même quand ils sont en proportion infime. — M. Ed. Heckel a étudié la constitution de la graine de *Hernandia*; les cotylédons y sont partagés en lobules plus ou moins nombreux par des cloisons membraneuses d'origine spermodermique, ce qui rapproche ces graines de celles de *Ravensara*.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Juin 1901.

L'Académie adopte, après discussion, les conclusions du Rapport de M. E. Besnier sur la création d'un sanatorium privé pour lépreux dans les Vosges (voir p. 589). — M. Chantemesse donne lecture d'un mémoire sur le diagnostic des eaux qui transmettent la fièvre typhoïde. — M. Mouchet (de Sens) lit une observation de kystes dermoïdes d'un volume extraordinaire situés dans la région sacro-coccygienne chez un enfant nouveau-né; l'ablation de la masse kystique, six jours après la naissance, fut suivie de guérison. — M. Chavasse donne lecture d'un travail sur un cas de kyste dermoïde à contenu huileux de l'angle interne de l'orbite gauche.

Séance du 11 Juin 1901.

M. Chantemesse est élu membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale. — M. Heurteaux (de Nantes) est élu Associé national.

M. Chauvel présente le rapport sur la concours du Prix Meynot en 1901. — M. P. Budin fait un rapport sur un mémoire de MM. M. Balestre et Gilletta de Saint-Joseph, relatif à la mortalité de la première enfance dans la population urbaine de la France de 1892 à 1897. Celle-ci est considérable; les décès, pour 1.000 enfants de 0 à 1 an, sont dus aux causes suivantes; 385 à la gastro-entérite, 147 aux maladies des voies respiratoires, 171 à la débilité congénitale, 25 à la tuberculose, 50 aux maladies contagieuses et 222 aux autres causes réunies. Des mesures bien comprises, surtout en ce qui concerne la nourriture de l'enfant, pourraient enrayer fortement cette mortalité. — M. J.-V. Laborde fait un tableau des ravages causés par la consommation de l'absinthie et des essences toxiques similaires, et, en se basant sur l'amendement suivant voté par le Parlement: « Le Gouvernement interdira, par décrets, la fabrication et la vente de toute essence reconnue dangereuse et déclarée comme telle par l'Académie de Médecine », il propose à l'Académie: 1° De prendre sans tarder l'initiative de l'indication des liqueurs, apéritifs et boissons contenant les essences les plus dangereuses pour la santé publique, à l'effet d'en interdire la fabrication, la circulation, la publication et la vente; 2° De charger de cette étude et de cette indication la Commission de l'Alcoolisme; 3° De communiquer, sous forme de vœux, aux Pouvoirs publics et au Parlement, la délibération adoptée et prise par l'Académie à ce sujet, après avoir entendu le rapport de la Commission.

Séance du 18 Juin 1901.

M. le Président annonce le décès de M. Bleicher, Correspondant national. — MM. Tichomirow (de Moscou) et Schaër (de Strasbourg) sont élus Correspondants étrangers dans la Division de Pharmacie.

MM. Lancereaux et Paulesco ont administré la lécithine dans deux cas de diabète pancréatique, à la phase du dépérissement, et ont vu les malades aug-

menter rapidement de poids en même temps que leur état général s'améliorait. Ils ont employé la lécithine dans plusieurs autres affections s'accompagnant de dénutrition et ont obtenu de bons résultats. — M. Wlaeff lit un mémoire sur la sérothérapie du cœur. — MM. Jacquet et Portes communiquent un travail sur la viciation hémoro-urinaire dans la pelade.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1^{er} Juin 1901.

M. Ch. Féré a démontré que les odeurs, qu'elles soient agréables ou désagréables, ne produisent qu'une excitation passagère, et qu'en somme elles diminuent la capacité de travail d'autant plus qu'elles ont provoqué une excitation plus grande. — M. A. Laveran a examiné des Culicides recueillis à Djibouti et à la Nouvelle-Calédonie. Les premiers sont des *Anopheles*, tandis que les seconds sont des *Culex*. Ces résultats concordent avec le fait que le paludisme est très grave à Djibouti, tandis qu'il est inconnu en Nouvelle-Calédonie. — M. H. Coupin a reconnu que les composés minéraux ayant un pouvoir antiseptique élevé sont, en même temps, à de rares exceptions près (aluns), des poisons violents pour les végétaux supérieurs. — M. B. Lansac a observé un cas d'angine de Vincent dont l'analogie clinique avec la diphtérie était telle que seul l'examen bactériologique a permis d'en faire le diagnostic précis. — M. A. Chipault montre que la rachicoaïnisation sous-arachnoïdienne est contre-indiquée dans la chirurgie nerveuse; par contre, il a obtenu d'assez bons résultats avec les injections épidurales dans une certaine position. — M. C. Simionesco a trouvé que les calculs biliaires sont proportionnellement plus fréquents chez l'homme que chez les animaux. — M. Onimus rappelle qu'il a le premier indiqué une méthode pour la photographie des mouvements du cœur. — M. Touche communique un nouveau cas qui tendrait à faire admettre que la mémoire topographique a son siège dans le lobule fusiforme. — M. Sabrazès indique un procédé simple pour reconnaître le sang leucémique et les précautions à prendre pour le dosage colorimétrique de l'hémoglobine dans la leucémie. — M. G. Milian établit que la peau a une influence très grande sur la coagulabilité du sang, probablement parce qu'elle renferme une substance coagulante. — MM. Calugareanu et V. Henri ont constaté qu'il n'existe pas de différence appréciable entre la vitesse de diffusion dans les solutions gélifiées et dans l'eau pour les corps anorganiques de structure moléculaire simple; au contraire, pour certaines matières colorantes complexes, la diffusion est bien plus lente dans les solutions gélifiées que dans l'eau. — M. H. Gilardoni a étudié les conditions mécaniques de la systole ventriculaire et l'influence de ces conditions sur la forme de la secousse musculaire. Puis il a fait travailler, dans les mêmes conditions, un gastrocnémien de grenouille pour comparer au myocarde ce type classique du muscle. Pour cela, il a d'abord employé un myographe à poids variable perfectionné, qu'il a remplacé ensuite, à cause de son inertie considérable, par un myographe à ressort de torsion. — MM. F. Arloing et F. de Gebhardt ont obtenu, par réaction de l'organisme de la chèvre en présence du bacille de Koch virulent introduit dans le tissu conjonctif, un sérum antituberculeux, pourvu d'un pouvoir chimiotaxique positif très développé; pourtant il est inefficace à protéger contre l'inoculation du bacille de Koch. — M. Onimus conseille, pour la destruction des larves de moustiques, le pétrole, et, pour la destruction des insectes ailés, le pyrèthre, en poudre ou en teinture. — M. A. Frouin a reconnu que la variation du pouvoir digestif du suc gastrique dépend surtout de l'acidité du liquide. Les substances alimentaires qui, ingérées dans l'intestin, produisent une sécrétion abondante, augmentent aussi le pouvoir digestif du suc gastrique.

Séance du 8 Juin 1901.

M. Ch. Féré a étudié l'influence de la théobromine sur le travail. Dans un cas, elle a non seulement supprimé les effets de la fatigue, mais elle a donné une plus-value de travail de 69,21 %. Toutefois, si le travail se prolonge, il se produit une moins-value sur la normale et une fatigue beaucoup plus intense. — M. F. Cathelin fait l'histoire de la méthode des injections épidurales par le canal sacré et donne quelques indications nouvelles sur la technique. Il pense qu'on pourra injecter avec avantage par cette voie tous les médicaments solubles et facilement assimilables, de préférence aux voies rectale, buccale et sous-cutanée. — M. C. Phisalix a reconnu que les jeunes chiens qui ont reçu à plusieurs reprises des inoculations de cultures atténuées du bacille spécifique de la maladie du chien résistent aussi bien à la contagion naturelle qu'à l'infection expérimentale. — M. Max Egger signale des phénomènes vaso-paralytiques du plexus brachial droit qui l'ont conduit à de nouvelles idées sur la topographie radriculaire et périphérique des vaso-moteurs de l'extrémité supérieure de l'homme. — M. G. Weiss démontre que sa formule de l'excitation électrique est normalement applicable à l'homme; il donne l'explication de la réaction de dégénérescence avec inversion de la formule chez les malades. — M. F. Dévé a réussi à reproduire expérimentalement chez le lapin l'échinococcose embolique du poumon. — M. Salomon a vu, dans un cas d'hémorragie cérébrale avec inondation ventriculaire, la ponction lombaire donner un liquide très chargé de globules sanguins; cette teinte rouge n'est donc pas absolument caractéristique de l'hémorragie méningée. — M. M. Nicloux signale la présence d'oxyde de carbone dans le sang du nouveau-né à Paris. M. J. Jolly a reconnu que l'aspect diffus, homogène, du noyau d'un certain nombre de leucocytes, en particulier dans le sang normal et pathologique de l'homme, n'est qu'une altération artificielle tenant à une fixation imparfaite. — MM. Cl. Regaud et A. Policard pensent que l'épithélium ovarique, du moins chez la chienne, possède une fonction glandulaire et que les tubes corticaux de l'ovaire sont des diverticules glandulaires de l'épithélium ovarique. — M. Cl. Regaud communique le résultat de ses recherches sur les cellules glandulaires de l'épididyme du rat. — MM. Galavielle et Aoust ont constaté que la bile rabique n'a aucune propriété spécifique; la bile normale agit tout aussi bien que la bile rabique. Les deux ont une certaine action neutralisante à l'égard du virus fixe: elles ne paraissent pas avoir d'action préventive. — MM. Ch. Achard et Lœper ont reconnu que la cryoscopie comparée du sérum sanguin et des épanchements pathologiques ne saurait fournir au clinicien des indices suffisamment précis sur la tendance des liquides à s'accroître ou à se résorber. La cryoscopie ne paraît pas non plus pouvoir fournir des renseignements utiles sur la cause pathogène des épanchements. Toutefois, le pus septique se congèle toujours plus bas que le pus tuberculeux. — MM. E. Cassaet et G. Saux ont trouvé que le suc de viande, obtenu par macération, est peu toxique en injections intra-veineuses. La substance toxique qu'il renferme serait plutôt de nature comateuse. — M. F. Arloing montre que la propriété chimiotaxique positive d'un sérum immunisant (en l'espèce le sérum anticharbonneux) peut disparaître par l'adjonction d'une substance chimique douée, au contraire, d'un pouvoir chimiotaxique négatif.

Séance du 13 Juin 1901.

M. Ch. Féré a étudié l'influence du café sur le travail. C'est par sa saveur que la caféine provoque l'excitation la plus considérable; mais, au bout d'un certain temps, il y a abaissement du travail et accélération de la fatigue. — M. Ch. Julliard a constaté que le pouvoir hématolytique des épanchements traumatiques des

séreuses des articulations et de la bourse prérotulienne est en raison inverse du temps qui sépare le moment de l'examen du début des phénomènes morbides. — M. Max Egger a observé que le retard de la perception douloureuse et thermique, si fréquent dans le tabès, n'est pas rare non plus dans les affections de la substance grise. — M. Ch. Richet montre que la détermination de la toxicité du sérum musculaire en injections intra-veineuses est très difficile, car certaines conditions la modifient considérablement. Ainsi cette toxicité peut varier du simple au quintuple, suivant qu'elle est mesurée en hiver ou en été. Ces différences peuvent tenir à ce que les extraits musculaires contiennent des quantités d'eau et d'albuminoïdes variables avec la température d'extraction. — MM. P. Ravaut et P. Aubourg ont constaté que le liquide céphalo-rachidien extrait par ponction après la rachicocainisation est trouble et sort sous forte tension. Il contient des polynucléaires abondants, dont la quantité va en diminuant chaque jour. — M. L. Lapique a déterminé le temps de réaction suivant les races ou les conditions sociales (voir p. 678). — M. O. Josué a reconnu que le chloroforme est un excellent fixateur pour les préparations de sang. — M. A. Poulain a constaté que les ganglions lymphatiques du mésentère renferment et secrètent une lipase très active agissant sur les graisses et facilitant probablement leur absorption. — MM. Sabrazès et Mathis ont pratiqué la cryoscopie des expectorations de diverses maladies. — MM. Ch. Achard et M. Lœper ont déterminé les variations comparatives de la composition du sang et des sérosités. Elles se font toujours suivant un même cycle d'augmentation ou de décroissance; mais la durée de ce cycle n'est pas la même pour les vaisseaux et pour les tissus. — MM. A. Desgrez et A. Zaky ont étudié l'influence de la lécithine de l'œuf sur les échanges nutritifs (voir p. 678). — M. J. Lefèvre pense que le problème de la détermination de la température interne minima compatible avec la vie est subordonné à l'étude topographique du refroidissement jusqu'à la mort. — M. F. Marceau pense que les cellules de Parkinje sont des formations spéciales, ayant la même origine que les cellules cardiaques, avec lesquelles elles s'anastomosent d'ailleurs, mais qui se différencient de bonne heure, peut être en vue de l'accomplissement d'une fonction encore à trouver. — MM. Gilbert, Lereboullet et Herscher ont trouvé que la cholémie est très fréquente, mais qu'on retrouve toujours sa cause, soit dans une maladie chronique du foie ou des voies biliaires (ictère acholurique simple), soit dans une viciation temporaire des fonctions hépatiques au cours des maladies aiguës. — MM. H. de Rothschild et L. Netter ont reconnu qu'il est inutile de donner au nourrisson des doses trop élevées de lait, mais qu'il faut, au contraire, établir, par l'examen des échanges nutritifs, la dose quotidienne minima qui convient à un nouveau-né sans nuire à sa croissance. — M. A. Chipault indique les recherches anatomiques sur le canal sacré qui l'ont conduit à proposer ses méthodes d'injections rachidiennes. Il propose en même temps l'huile comme véhicule dans les cocainisations épidurales. — M. V. Griffon a constaté que, pour stériliser les crachats tuberculeux par l'iodol, il faut employer une solution forte (à 1 %) et assurer un contact d'au moins vingt-quatre heures. — M. A. Rémy présente un appareil, nommé *diploscope*, qu'il a imaginé à l'occasion d'une expertise médico-légale sur un homme qui prétendait ne pas voir d'un œil, mais qui peut également servir pour le diagnostic et la correction de certaines affections de l'œil.

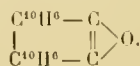
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 14 Juin 1901.

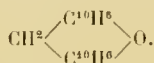
La séance est entièrement consacrée à la discussion d'un projet de modification aux statuts et règlements de la Société.

Séance du 28 Juin 1901.

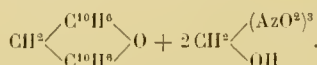
M. R. Fosse a étudié l'anhydride du binaphthylène-glycol, auquel Rousseau a assigné la formule :



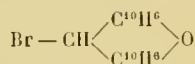
Cet anhydride ne possède pas la formule $\text{C}^{20}\text{H}^{12}\text{O}$, mais $\text{C}^{22}\text{H}^{14}\text{O}$; c'est le dinaphtoxanthène :



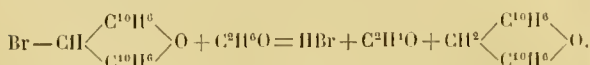
En effet, le corps de Rousseau et le dinaphtoxanthène cristallisent du benzène en aiguilles incolores groupées, fondant à 201°, et fournissent les mêmes nombres à l'analyse. Pour mieux identifier ces deux corps, M. Fosse a préparé une combinaison picrique du dinaphtoxanthène fondant à 273°, cristallisant en aiguilles rouges à reflets verts. Cette combinaison répond à la formule :



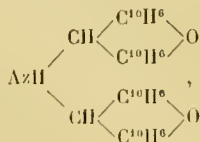
L'anhydride de Rousseau donne un picrate identique, fondant également à 273°. — M. R. Fosse a préparé les dérivés monobromés et chlorés du dinaphtoxanthène. Le monobromodinaphtoxanthène :



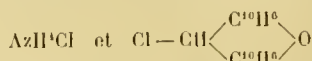
est un corps cristallisé en prismes rouges à reflets verts, fondant de 218 à 220°. Il se combine à HBr, à PtCl_4 , aux chlorure et bromure mercuriques. Il possède la curieuse propriété de régénérer le dinaphtoxanthène lorsqu'on le traite par l'alcool chaud et de transformer ce dernier en aldéhyde. Cette propriété est de tous points comparable à l'action de l'alcool sur les sels diazoïques; on ne l'avait pas encore signalée comme appartenant aussi à des corps sans azote. L'équation de cette réaction est la suivante :



Le bromodinaphtoxanthène, traité par AzH_3 en solution alcoolique ou aqueuse, donne une amine secondaire :



qui se présente en cristaux brillants, fondant vers 230°. Cette amine, traitée par HBr, donne du bromure d'ammonium et régénère le monobromodinaphtoxanthène. Quand on emploie HCl, on obtient :



fondant vers 150° et identique au corps obtenu directement en traitant par Cl le dinaphtoxanthène. Ce corps, par l'alcool, régénère le dinaphtoxanthène. Il se combine à PtCl_4 , HgCl_2 . — M. Engel montre que le carbonate de soude ne précipite pas, en agissant sur les sels de magnésie, d'hydrocarbonate avec formation corrélatrice de bicarbonate de magnésie restant en solution à la faveur de l'acide carbonique, comme l'indiquent tous les ouvrages de Chimie. C'est un carbonate neutre qui se précipite, entraînant une certaine dose de carbonate de soude et passant rapidement à l'état cristal-

lisé par addition de quelques cristaux tout formés. — En faisant réagir les éthers formiques sur les carbures acétyléniques sodés en suspension dans l'éther anhydre, et décomposant ensuite par l'eau les produits de la réaction, MM. Ch. Moureu et R. Delange ont obtenu des aldéhydes acétyléniques $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CHO}$. L'aldéhyde amylopropiolique $\text{C}^8\text{H}^{11}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CHO}$ distille à 89° sous 26 centimètres ($D_0=0,89$). L'aldéhyde phénylpropiolique $\text{C}^8\text{H}^7-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CHO}$ distille à 127-128° sous 28 centimètres ($D_0=1,0791$).

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Sir Lauder Brunton et Herbert Rhodes : Sur la présence d'un enzyme glycolytique dans le muscle. — Claude Bernard, ainsi que Ludwig et Genesich, ont découvert que le sang qui sort d'un muscle contracté contient moins de sucre que le sang artériel qui y était entré. Cette destruction du sucre, pendant le passage du sang à travers le muscle, est sans nul doute due en grande partie à l'action du sang lui-même sur le sucre, mais il est naturel de penser qu'elle peut être due à l'action de quelque ferment glycolytique contenu dans le muscle même.

Un de nous (Brunton), en 1873, a essayé d'isoler ce ferment ou enzyme. Cet essai n'a réussi qu'en partie. La méthode employée a été celle de von Wittich. Un muscle frais a été broyé, puis entièrement mélangé à de la glycérine, et le mélange a été soumis au repos pendant plusieurs jours. L'extrait glyciné fut alors filtré. Quand une partie de cet extrait a été mélangée à une solution de glucose, et s'est reposée pendant quelques heures à la température du corps, on a observé une diminution sensible dans la quantité du glucose; comme contrôle, on a traité un échantillon de glucose de même façon avec une quantité égale de glycérine pure, et il ne s'est présenté aucune diminution. La présence d'une substance glycolytique fut ainsi clairement démontrée. Un essai a été fait pour isoler un enzyme glycolytique de l'extrait glyciné en diluant la glycérine et en la mélangeant avec de l'alcool. On obtient un précipité blanc de peu d'importance, mais ce précipité ne montre que peu ou pas de pouvoir glycolytique. De nombreuses expériences ayant échoué pour isoler le ferment, elles ne furent pas publiées, et le résultat fut indiqué brièvement dans une note au bas de la page d'un mémoire sur le diabète dans le *British medical Journal* du 21 février 1874.

A cette époque, un de nous (Brunton) donna de la viande crue aux diabétiques, dans l'espoir de fournir suffisamment de ferment glycolytique pour permettre au sucre d'être utilisé dans le corps même, et essaya aussi de leur administrer de l'extrait glyciné de muscle. Le succès qui a accompagné ces essais n'a pas été cependant suffisant pour encourager l'emploi constant de ces moyens de traitement, et l'essai d'isolement du ferment glycolytique a été abandonné pendant un grand nombre d'années.

Le succès de Buchner, en séparant un ferment alcoolique de la levure au moyen d'une forte pression, a donné l'espoir d'un succès possible dans la séparation d'un ferment glycolytique du muscle par des moyens semblables, et, grâce à l'amabilité de MM. Allen et Hanbury, qui nous ont permis d'employer leur presse hydraulique à une pression de 5 tonnes par pouce carré (0,025), il nous a été possible de reprendre la recherche.

Voici la méthode adoptée : L'os et la graisse superflue furent retirés des muscles d'un mouton fraîchement tué. Le muscle fut alors haché menu dans une machine à saucisse stérilisée, et broyé dans un mortier avec du sable argenté. Le sable argenté avait été auparavant nettoyé au moyen de l'acide chlorhydrique et lavé avec de l'eau jusqu'à ce que tout l'acide hydrochlorique eût disparu. La masse fut alors mise dans un sac en canevas et placé sous la presse hydraulique. Le jus fut reçu dans des bouteilles propres et

bouchées; la quantité produite après chaque pression fut recueillie dans des bouteilles différentes.

Voici la quantité de jus extraite d'un gigot de mouton: 1.750 grammes de viande ont donné approximativement: à 0,1 tonne de pression par pouce carré (0,025), 450 c.c. de jus; à 1,2 tonne, 350 c.c.; et à 2,5 tonnes 125 c.c.

Voici la méthode d'expérience: 5 c.c. de jus de muscle ont été placés dans un flacon et bouillis pendant une minute; 5 c.c. dans un autre flacon restèrent sans être bouillis. Dans chaque flacon on a ajouté 50 c.c. de solution de sucre diabétique à 1% et 5 c.c. de solution d'acide lactique à 1% avec un fragment de thymol (environ 25 grammes). Les deux vases ont été soumis pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures à une incubation à 37° C. Lorsque l'incubation a été terminée, on a estimé le sucre dans chacun des flacons par titration avec une solution de Fehling, après avoir précipité l'albumine en faisant bouillir, et en neutralisant si c'était nécessaire. Six expériences ont été faites avec des résultats concordants; nous ne donnons que le résultat d'une comme modèle.

Voici la quantité de sucre déduite de la réduction du liquide de Fehling:

1^{er} exemple A (jus bouilli): quarante-huit heures d'incubation; 0,57 pour cent de dextrose.

2^e exemple B (jus non bouilli): quarante-huit heures d'incubation; 0,2 pour cent de dextrose.

La destruction du sucre dans le flacon contenant du sucre non bouilli paraît être presque sûrement due à quelque enzyme glycolytique, puisque le contenu du flacon est resté tout à fait clair au moment de l'expérience. Plus tard, cependant, le contenu du flacon non bouilli devint trouble, et après quatre jours on a obtenu une culture définie de champignons.

Nous avons ensuite essayé de rendre le jus de muscle stérile en le filtrant dans un filtre Pasteur-Chamberland. La solution de sucre a été stérilisée par ébullition; tous les flacons et les autres vases employés dans ces expériences ont été chauffés dans un autoclave. Le jus de muscle, après filtration, était complètement stérile, comme cela a été démontré par le fait qu'il a été gardé, dans une bouteille bouchée avec de la laine stérilisée, pendant un grand nombre de semaines sans que quelque croissance bactérienne se manifestât.

Le pouvoir glycolytique de ce jus de muscle stérilisé a été prouvé de la façon suivante:

On a placé 5 c.c. de jus stérilisé dans chacun des deux flacons. Dans un des deux, le jus a été bouilli de façon à détruire tout le ferment glycolytique qu'il pouvait contenir. On a alors mis dans chaque flacon 30 c.c. d'une solution stérile de sucre diabétique à 2%. Ils furent soumis à l'incubation pendant quarante-huit heures.

La quantité de sucre dans chaque flacon a été alors constatée par titration avec une solution de Fehling de la même façon qu'auparavant, et le résultat obtenu a été de 1,5% de sucre diabétique dans le flacon contenant du jus de viande bouilli et seulement de 0,75% dans le flacon contenant du jus non bouilli.

Une action glycolytique très certaine a été ainsi prouvée par cette expérience, laquelle a été répétée trois fois avec des résultats identiques. Un certain nombre d'expériences ont été faites pour isoler un enzyme par dialyse à travers des membranes faites en peau de saucisse ou en parchemin.

Dans la première série, une action glycolytique distincte a été observée; mais elle a été probablement due à l'action bactérienne parce que le milieu devint trouble; dans une série suivante, faite avec des précautions aseptiques, aucun pouvoir glycolytique n'a été observé dans le dialysat, quoiqu'un précipité flocculent soit résulté de l'addition de l'alcool absolu. Un essai a été fait dans d'autres séries d'expériences pour isoler le ferment glycolytique du muscle même, par précipitation. Cet essai n'a pas été couronné de succès. Du jus frais fut mélangé avec quatre fois son volume d'alcool

absolu; le précipité a été recueilli, séché et pulvérisé. Il fut alors extrait avec de la glycérine, mais cet extrait avait peu ou point de pouvoir glycolytique. Il a donné un précipité flocculent blanc avec de l'alcool absolu, qui était soluble dans une solution saline, mais qui cependant n'avait aucune action glycolytique.

L'action du jus de muscle a alors été prouvée sur de l'urine neutre d'un diabétique et sur une solution neutre de dextrose commercial.

Voici les résultats:

Le flacon C contenait 2 c.c. de jus de muscle bouilli et 10 c.c. d'urine neutre de diabétique;

Le flacon D contenait 2 c.c. de jus de muscle non bouilli et 10 c.c. d'urine neutre de diabétique.

Après cinquante heures d'incubation à 37° centigrades, C contenait 1,25% de dextrose et D, 0,75%.

Le flacon E contenait 2 c.c. de jus de muscle bouilli, 10 c.c. d'urine neutre de diabétique et 1 c.c. d'une solution d'acide lactique à 1%.

Le flacon F contenait 2 c.c. de jus de muscle non bouilli, urine et acide lactique comme dans le flacon E.

Encore après incubation: E contenait 2,5% de dextrose, et F contenait 0,5% de dextrose.

Le flacon G contenait 2 c.c. de jus de muscle bouilli, 10 c.c. d'une solution neutre à 0,5% de dextrose commercial.

Le flacon H contenait 2 c.c. de jus de muscle non bouilli, le reste comme dans le flacon G. Après incubation: G contenait 0,37% de dextrose; H n'a pas donné de réduction avec une solution de Fehling.

Nous pensons que les expériences que nous avons décrites prouvent que le muscle contient certainement un enzyme glycolytique, quoiqu'il soit d'une nature si délicate que nous avons été incapables de l'isoler sans détruire son pouvoir.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 31 Mai 1904.

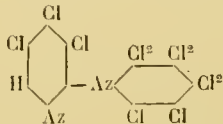
M. A. W. Ashton déduit de ses expériences des formules pour les courants de charge et de décharge d'un condensateur à diélectrique de caoutchouc. Les courants sont des fonctions exponentielles du temps. Les courbes pour des différences de potentiel variées montrent que les propriétés isolantes du caoutchouc sont augmentées par l'application des forces électromotrices rapidement variables. — M. Ashton communique d'autres expériences sur l'électrisation des diélectriques par des moyens mécaniques. Une feuille de caoutchouc de Para est placée dans un condensateur dont les plaques sont reliées à un électromètre à quadrants. On fait ensuite tomber un poids de deux livres sur le condensateur d'une hauteur de trois pouces. L'électromètre reçoit deux impulsions de signe contraire, se suivant rapidement. Le caoutchouc est ensuite étiré, et une différence de potentiel de sept volts se montre entre les plaques, la supérieure étant négative. Le condensateur et l'électromètre sont alors déchargés, la feuille renversée et l'expérience répétée. Le même effet se reproduit, la plaque supérieure étant toujours négative. Il semble donc que la polarisation d'un diélectrique étant ainsi produite par l'énergie mécanique, une partie de l'énergie mécanique employée à la manipulation du caoutchouc reste dans le diélectrique comme énergie électrique. — MM. Fleming et Ashton présentent un modèle imitant la façon de se comporter des diélectriques. Celle-ci, en ce qui concerne la charge résiduelle, est analogue à celle d'un fil soumis à une tension mécanique. Mais un simple fil tordu ne peut pas imiter tous les effets diélectriques; c'est cette raison qui a conduit les auteurs à construire un modèle plus complet. Six pistons, séparés par des ressorts, sont placés à l'intérieur d'un cylindre vertical. Le piston inférieur ferme hermétiquement le cylindre; le second est plus lâche; le troisième possède un petit trou, le suivant un plus grand, et ainsi jusqu'au piston supérieur qui a juste assez de métal pour

arrêter le ressort sans vibration après avoir été comprimé. Le cylindre est rempli d'huile de machine et de vaseline. Au piston supérieur est fixée une tige au moyen de laquelle on exerce des pressions sur les pistons pendant un temps quelconque; c'est le chargement du condensateur. Le mouvement de la tige après l'enlèvement des poids représente la décharge. Celle-ci est enregistrée graphiquement par un tambour tournant, et les courbes obtenues sont tout-à-fait analogues à celles des condensateurs avec diélectriques.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Juin 1901.

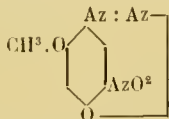
MM. W. J. Sell et F. W. Dootson ont examiné une substance



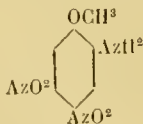
qui s'obtient par l'action du chlore sur le chlorhydrate de pyridine. Elle cristallise inaltérée du chloroforme et de l'acétone, mais se décompose si le solvant contient un groupe hydroxyle. Elle réagit avec l'acide benzoïque suivant l'équation :



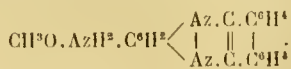
MM. R. Meldola et J.-V. Eyre ont préparé, par l'action d'un nitrite sur la dinitroanisidine en solution acétique, un composé diazoïque cristallisé de formule :



qui est un diazoïde. Une preuve de cette constitution, c'est la transformation facile de ce composé en nitrométhylrésorcinol ($C^6H^3.AzO^2.OH.OCH^3 = 1:2:4$). Le diazoïde est très stable vis-à-vis des acides minéraux; il ne se décompose que par ébullition avec HI en donnant l'iodonitrosorésorcinol. La dinitroanisidine qui sert à le préparer doit posséder la constitution :

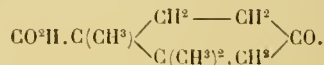


Elle donne, par réduction avec Sn et HCl, un triaminoanisole, qui doit avoir deux groupes amino en position ortho, car il fournit, par condensation avec la phénanthrènequinone, une azine :

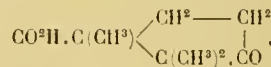
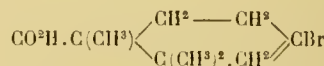


M. G.-S. Newth indique une méthode de laboratoire pour la production de l'éthylène. On chauffe dans un ballon de l'acide phosphorique sirupeux jusque vers 220° et on y laisse tomber de l'alcool éthylique goutte à goutte. Il se dégage de l'éthylène presque pur. — MM. W.-A.-H. Naylor et C.-S. Dyer décrivent la méthode d'extraction et de purification de l'*Oroxyline*, substance cristalline jaune retirée de l'*Oroxyllum Indicum*. Elle est décomposée par les alcalis en aldéhyde ou acide benzoïque, et donne un dérivé triacétylé et un dérivé dibromé. La formule est $C^{12}H^{10}O^6$. — MM. A. Lapworth et W.-H. Lenton montrent que, lorsque l'acide bromocamphorénique se convertit en α -mono-

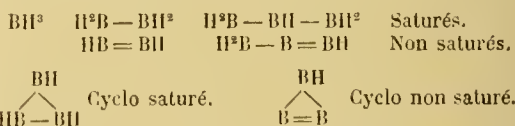
bromocampholide, l'oxygène lactonique s'attache au noyau dans la position δ par rapport au groupe carboxyle et non dans la position γ comme on l'avait d'abord cru. Il en résulte que la seule formule possible pour l'acide camphorique est :



L'acide bromocamphorénique et l'acide camphorique ont donc les formules :



— M. W.-H. Sodeau conteste l'hypothèse d'après laquelle la décomposition du chlorate de potasse serait activée par l'adjonction d'une poudre chimiquement inerte (comme l'est l'ébullition de l'eau). L'addition de 1 % de sulfate de baryum augmente la décomposition de 16 % seulement, et ce fait est facilement explicable par la formation d'un peu de chlorate de baryum par double décomposition. — M. J.-E. Mackenzie, en faisant réagir le propylate et l'isobutylate de soude sur le chlorure de benzophénone, a obtenu le dipropoxy- et le diisobutoxydiphénylméthane. L'action du méthylate et de l'éthylate de soude sur le chlorure de benzal fournit le diméthoxy- et le diéthoxybenzylidène. Le phénate de soude donne avec le premier chlorure le 4 : 4'-dihydroxytétraphénylméthane. — M. A. Richardson décrit un chalumeau construit pour utiliser la combustion de l'huile de kérosène à la production d'une flamme capable de fondre le verre. L'huile de kérosène présente sur les autres huiles l'avantage de ne pas charbonner. — MM. W. Ramsay et H.-S. Hatfield, en traitant le borure de magnésium par HCl concentré dans le vide, ont obtenu un gaz qui, par refroidissement, dépose des cristaux blancs. Par chauffage, les cristaux se liquéfient, puis se gazéifient en fournissant un gaz à odeur forte, qui brûle avec une flamme verte brillante. Sa densité est de 19,36. L'étincelle électrique le décompose avec dépôt de bore, et le volume augmente dans le rapport de 2 à 3. Les analyses montrent que le gaz se compose en majeure partie d'un corps B^3H^3 . Dans le traitement du borure de magnésium par HCl, on obtient en outre un mélange d'hydrogène et d'un gaz qui ne condense qu'à la température de l'air liquide; il paraît répondre à la formule BH^3 . Le gaz B^3H^3 semble lui-même être un mélange de deux composés, l'un relativement stable, l'autre très instable, décomposable par la potasse ou l'acide sulfurique. Les auteurs considèrent que les hydrures de bore théoriquement possibles sont les suivants :



Ils pensent que le composé stable B^3H^3 est le composé cyclique. Le résidu du traitement du borure de magnésium par HCl dégage à chaud des torrents de gaz, principalement de l'hydrogène; il renferme sans doute des hydrures de bore solides, que les auteurs n'ont pu isoler.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Morts récentes. — Nos lecteurs ont su la mort, toute récente, de deux sommités de la science contemporaine, Henri de Lacaze-Duthiers, l'éminent zoologiste qui a institué chez nous les études expérimentales de Zoologie marine, et l'illustre physicien et mathématicien d'Edimbourg P.-J. Tait, à qui la Philosophie naturelle de notre temps doit une partie de ses plus importants progrès.

La *Revue* consacrerait prochainement à la vie et à l'œuvre de chacun de ces deux regrettés savants une notice détaillée.

§ 2. — Météorologie

Anciens journaux météorologiques. — M. J. Vincent, météorologiste à l'Observatoire royal de Belgique, nous apprend dans l'Annuaire de cet Observatoire pour 1901, que le directeur du Service météorologique possède deux journaux météorologiques manuscrits, dont le principal intérêt réside dans l'ancienneté.

L'un a été tenu à Tiney, depuis l'année 1779 jusqu'à l'année 1810, l'autre est un peu plus récent et a pour auteur M. J.-L. Hauregard, qui habitait à La Roi. Les auteurs de ces cahiers y ont inscrit le temps de chaque jour, pendant plusieurs années, mais en se bornant à des indications générales. C'est l'aspect du ciel, beau, nuageux, couvert; ce sont les pluies, les chutes de neige, les orages, les tempêtes; ce sont les gelées, les froids rigoureux, les fortes chaleurs; c'est enfin la direction du vent, cet élément météorologique dont la relation avec les météores est si attachante.

Les *Annales de l'Observatoire royal de Belgique* annoncent la prochaine reproduction, sous la forme la plus commode pour les recherches, des renseignements fournis par ces deux documents.

On ne saurait trop insister sur le grand prix qu'il faut attacher à de telles observations: elles permettent, en effet, de reconstituer, dans ses grandes lignes, l'histoire des variations atmosphériques. Sans être forcément aussi complets que les registres des observatoires, ces documents peuvent suppléer, jusqu'à un certain point, à l'absence de ces établissements aux

époques anciennes. La série des observations météorologiques de l'Observatoire royal de Bruxelles ne commence qu'avec l'année 1833. Or, le journal de Hauregard et celui de Tiney permettent, à part une lacune de quelques années, de remonter cinquante-quatre ans plus haut.

Ces cahiers sont d'autant plus intéressants que l'un des buts essentiels de la Météorologie consiste à rechercher si les climats subissent des altérations: il faut, pour cela, de longues séries d'observations et l'institution d'établissements permanents, où le travail quotidien des observateurs se perpétuera indéfiniment; mais cette institution est si récente, qu'il ne faut rien négliger pour augmenter le peu de connaissances positives que nous possédons jusqu'ici sur l'histoire de l'atmosphère. C'est donc rendre service à la Science que de mettre au jour les vieux cahiers où sont patiemment consignés et sauvés de l'oubli les fugitifs aspects du temps.

§ 3. — Génie civil

Le chemin de fer électrique sous-fluvial de Liverpool à Birkenhead. — On sait qu'un chelmin de fer avec locomotive à vapeur, passant en tunnel sous la Mersey, relie depuis longtemps la ville de Liverpool à sa voisine Birkenhead.

Cette ligne est extrêmement fréquentée: les ingénieurs et le personnel des constructions maritimes de Birkenhead, les riches négociants de Liverpool qui ont leurs bureaux en ce port et leur villas dans la cité voisine, y circulent continuellement. Le samedi surtout, les trains s'y succèdent sans interruption, chargés d'une multitude de familles qui fuient la suie de Liverpool et ne rêvent que tennis, foot-ball, bicyclette ou yachting.

Cette clientèle s'est plainte maintes fois de la fumée qui, pendant le passage sous la Mersey, emplit le tunnel et en rend l'air irrespirable. Attentive à ses doléances, la Compagnie exploitante vient de décider de substituer à la traction par la vapeur la traction électrique; elle a passé à cet effet un contrat avec la *British Westinghouse Electric and Manufacturing Company*, qu'elle a chargée d'opérer cette transformation. La Compagnie a calculé que le nouveau mode de traction ne lui sera pas plus onéreux que l'ancien, qui exigeait une ventilation permanente et très coûteuse du tunnel.

§ 4. — Chimie physique

Sur un nouveau facteur intervenant dans la solubilité des corps solides. — Des recherches récentes viennent de montrer que la solubilité, considérée en tant que constante physique des corps, n'est pas seulement fonction d'une variable, la température, mais encore dépend aussi de la dimension des particules solides qui sont en équilibre avec la solution saturée. — Cette relation, quoique prévue théoriquement par Gibbs, n'avait pas, jusqu'ici, été soumise à une vérification expérimentale quantitative. Celle-ci découle des recherches suivantes, dont le point de départ se trouve dans une discussion entre MM. Ostwald et Cohen au sujet de la non-identité des deux modifications rouge et jaune de l'oxyde de mercure. Se basant sur la force électromotrice (0,685 millivolts à 25°) de la pile Hg — oxyde rouge — potasse — oxyde jaune — Hg, M. Cohen¹ concluait à une véritable isomérisie entre les deux oxydes. M. Ostwald², au contraire, étudiant acidimétriquement la réaction limitée :



montra qu'en effet l'équilibre se déplaçait d'environ 7 % quand on passait de l'un des oxydes à l'autre, mais qu'il suffisait de pulvériser suffisamment l'oxyde rouge pour obtenir avec lui la même valeur qu'avec la modification jaune. Il ne s'agissait là, à son avis, que d'une différence dans la solubilité, différence due au degré de division plus ou moins grand de l'oxyde employé. M. Ostwald montra, en outre, que ce fait n'était pas isolé et que certains sels (oxalate de chaux, azotate de baryte, chlorure mercurique, chlorure de plomb) offraient des différences allant jusqu'à 3 % dans leurs solubilités, suivant leur pulvérisation plus ou moins parfaite.

D'un travail récent de M. G.-A. Hulett³ sur le même sujet, travail aboutissant aux mêmes conclusions que les recherches précédentes, nous extrayons ce qui suit :

L'étude de la conductibilité électrique de solutions de gypse plus ou moins finement pulvérisé montre que la solubilité varie avec le diamètre moyen des particules solides. Cette influence de la grosseur des grains ne se manifeste d'ailleurs qu'à partir d'une certaine valeur (environ $2 \mu = 0,0002$ cms). Jusqu'à ce point, la solubilité est constante et la solution saturée à 25° contient 2 gr. 084 $\text{SO}_4 \text{Ca}$ par litre. Puis, le degré de finesse augmentant, la solubilité croît jusqu'à un maximum atteint pour un diamètre moyen de 0,3 μ et correspondant à 2 gr. 475 de sel anhydre par litre.

Cette différence représente 15,7 % de la valeur maxima de la solubilité. On voit ainsi combien ces variations peuvent être importantes; pour d'autres corps, tels que $\text{SO}_4 \text{Ba}$, elles sont même, d'après M. Hulett, encore beaucoup plus considérables.

L'explication théorique de ces faits est très simple et peut se résumer ainsi. Considérons un corps volatil, comme le soufre, sublimé sur une paroi de verre à une température telle que les gouttelettes obtenues restent liquides; nous savons que peu à peu les plus petites disparaissent tandis que les plus grosses augmentent. Celles-ci ont donc une *tension de vapeur* plus faible que celles-là. Appliquons maintenant cette conclusion au cas d'une solution d'un corps quelconque, en équilibre avec un excès de ce corps solide plus ou moins finement pulvérisé. La *tension de dissolution* sera plus élevée pour les particules les plus fines, et l'équilibre s'établira d'abord par rapport à celles-ci. Mais comme on ne peut réaliser une poudre dont les grains soient rigoureusement semblables, les plus gros augmenteront aux dépens des plus petits, la solubilité diminuera graduellement pour atteindre plus ou moins vite sa valeur normale correspondant à ce que M. G.-A. Hulett nomme une *solution*

normalement saturée. Ce sera, par exemple, le cas d'une solution de gypse en équilibre avec un excès de sel solide dont les grains auraient au moins 2 μ .

Ces curieux résultats montrent donc que dans la détermination de la solubilité intervient un facteur nouveau, qui est le temps nécessaire pour, partant d'une solution quelconque, arriver à cette solution normalement saturée, qui seule permet de définir la solubilité d'un corps en tant que constante physique. Ce temps pouvant être relativement considérable, il y a lieu de reviser, surtout pour les corps peu solubles, les solubilités déterminées jusqu'ici. Ch. Marie.

§ 5. — Chimie industrielle

Un grand perfectionnement dans la fabrication du gaz d'éclairage. — Approximativement

100 kilos de houille grasse, qui contiennent environ 85 kilos de carbone total, dont 13 à 21 kilos de carbone volatil, et 5 à 6 kilos d'hydrogène, ne produisent que 15 à 18 kilos de gaz renfermant 8 à 10 kilos de carbone et 3 kilos environ d'hydrogène. En rapprochant ces quelques chiffres, on se rend compte que même les éléments volatils (carbone et hydrogène), que la houille contient, ne sont pas utilisés d'une manière complète, et on prévoit les nombreux progrès que doit réaliser encore l'industrie du gaz.

Le Professeur Lewes vient de montrer, par des expériences très décisives, comment on peut améliorer le rendement lors de la distillation de la houille dans la cornue. On sait qu'il se produit alors un certain nombre d'hydrocarbures, qui restent plus ou moins exposés à l'action de la chaleur rayonnante engendrée par les parois supérieures de la cornue. Ces hydrocarbures se décomposent partiellement en formant une grande quantité de goudron et de charbon de cornue, ce qui, par conséquent, diminue notablement le pouvoir éclairant du gaz. De plus, cette décomposition est d'autant plus intense que les gaz restent plus longtemps soumis au régime qui la détermine : ceux qui se dégagent aux points les plus éloignés de la colonne montante et qui sont, par suite, animés d'une vitesse d'échappement beaucoup plus faible, donnent lieu à une décomposition plus grande.

Le remède est d'empêcher cette décomposition de se produire, et, pour cela, il faut accélérer la vitesse d'échappement des gaz qui se dégagent et entraîner rapidement les hydrocarbures hors de la cornue. Pour y arriver, M. Lewes a recours au gaz à l'eau, produit de préférence par un générateur du type Dellwik-Fleischer (dont nous avons déjà eu l'occasion d'entretenir nos lecteurs). Ce gaz à l'eau se compose en effet à peu près exclusivement d'un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Il a le grand avantage de ne pouvoir être lui-même décomposé à son tour par la chaleur intense à laquelle il est soumis; il est, de plus, éminemment combustible, et le pouvoir éclairant qui lui manque lui est précisément fourni par les hydrocarbures qu'il entraîne au grand profit de l'ensemble de la fabrication. On injecte donc le gaz à l'eau dans la cornue, en l'y introduisant au moyen d'une conduite qui pénètre dans la colonne montante elle-même et vient s'appliquer contre la voûte de la cornue, de manière à ne pas gêner l'opération du chargement du charbon ou de l'extraction du coke. A une certaine distance de la tête de cornue, cette conduite est munie d'ouvertures latérales espacées d'environ 15 centimètres, et son extrémité reste ouverte.

La proportion de gaz à l'eau envoyé dans la cornue est généralement de 25 à 30 % du gaz fabriqué, mais elle peut aller dans certains cas, avec du charbon riche en cannelés, jusqu'à 50 %. On produit ordinairement dans les usines à gaz 300 mètres cubes de gaz par tonne de charbon. Avec le secours du gaz à l'eau Dellwik-Fleischer, il sera possible maintenant d'obtenir de 370 mètres cubes à 400 mètres cubes de gaz par tonne de charbon, tout en donnant au gaz un pouvoir éclairant d'une intensité non seulement égale, mais aug-

¹ Zeitsch. f. phys. Chem., t. XXXIV, p. 69, 1900.

² Ibid., t. XXXIV, p. 495, 1900.

³ Ibid., t. XXXVII, p. 385, 18 juin 1900.

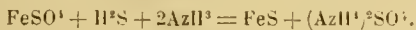
mentée d'environ une bougie, sans que ces avantages nécessitent une augmentation de dépense de plus de un centime par mètre cube.

Extraction des cyanures dans les usines à gaz. — On sait qu'entre autres impuretés, le gaz d'éclairage contient de l'hydrogène sulfuré, de l'ammoniac et de l'acide cyanhydrique. Le lavage par l'eau de cet acide avec l'ammoniac du gaz ne permet pas de l'en extraire sous forme de cyanure d'ammonium facilement soluble, car l'acide carbonique, toujours en excès dans le gaz, décompose immédiatement le cyanure d'ammonium formé en carbonate et en acide cyanhydrique. Ceci explique pourquoi les eaux ammoniacales des usines à gaz ne contiennent pas de cyanure d'ammonium. La faible quantité de cyanure que ces eaux retiennent se trouve sous forme de sulfo-cyanure d'ammonium, et une certaine partie du cyanogène passe dans les épurateurs, où il se produit la réaction suivante : le cyanogène s'unit à l'oxydure de fer de la masse épurante, à la petite quantité d'ammoniac encore présente, et aux combinaisons sulfurées, pour former des ferro-cyanures et des sulfo-cyanures insolubles qui, peu à peu, s'accumulent dans les épurateurs. De plus, tout le cyanogène n'est pas encore retenu de cette façon et une certaine partie très appréciable reste dans le gaz livré à la consommation.

Jusqu'en 1880, la masse épurante était, pour les usines à gaz, un déchet sans valeur. La question a bien changé de face depuis la découverte des nombreuses mines d'or et l'application à peu près générale, depuis cette époque, du cyanure de potassium comme procédé d'extraction. Aujourd'hui, les usines à gaz tirent un grand profit de la masse épurante de leurs épurateurs.

Il n'en est pas moins vrai qu'un tel procédé d'extraction des cyanures laisse beaucoup à désirer. D'abord, il ne retient pas la totalité du cyanogène; ensuite, il empêche le fer de la masse épurante d'être entièrement disponible pour servir à la récupération de l'hydrogène sulfuré : il contrecarre par conséquent le but même de l'épurateur.

Le procédé indiqué par M. le Dr Bueb et appliqué à l'usine à gaz de Dessau présente de grands avantages et mérite à ce titre d'être signalé, puisqu'il élimine la totalité du cyanogène avant l'introduction du gaz dans les épurateurs. Son principe est d'amener le gaz à sa sortie du condensateur Pelouze et Audouin dans un laveur mécanique spécial, type Standard, composé de quatre ou cinq compartiments séparés, qu'une solution de sulfate de fer parcourt en sens inverse du courant gazeux. Dans le dernier compartiment, la solution concentrée et fraîche fournit, en présence de l'ammoniac et de l'acide sulhydrique, la réaction suivante :



Il y a donc transformation du sulfate de fer en sulfure de fer et formation d'une solution de sulfate d'ammoniac. Ces liquides parviennent alors dans le compartiment précédent, et là l'ammoniac et le cyanogène du gaz forment avec le sulfure de fer un sel double insoluble de cyanure de fer et d'ammonium, tandis que l'hydrogène sulfuré devient de nouveau libre, est en partie entraîné par le gaz et reste en partie sous forme de sulfure d'ammonium. Cette réaction se continue dans les autres compartiments jusqu'à celui d'entrée du gaz où elle se termine.

Le liquide, qui est noir foncé dans le premier compartiment s'éclaircit progressivement et devient vert-jaune dans le dernier. Le produit sort du laveur à cyanures sous forme de boue liquide et contient 20 % de prussiate jaune et 6 à 8 % d'ammoniac. On fait bouillir cette boue pour la débarrasser de l'ammoniac et on la passe au filtre-pressé, ce qui donne finalement une pâte contenant environ 30 % de bleu et près de 44 % de prussiate jaune, que l'on vend telle quelle; pour 100 kilogs de bleu de Prusse, il faut compter sur une dépense de 200 kilogs de sulfate de fer.

§ 6. — Agronomie

L'Institut Agricole de l'Université de Nancy.

— A plusieurs reprises, l'Université de Nancy a développé ses enseignements et ses laboratoires de sciences appliquées. Elle vient de compléter son Polytechnicum en s'adjoignant un Institut d'Enseignement agronomique supérieur, qui, d'une façon générale, préparera les étudiants à la profession d'agriculteur.

Cette fondation a été approuvée par la Fédération des Associations agricoles du Nord-Est, mais elle n'a pas seulement un intérêt régional. Indépendamment des nouveaux cours scientifiques, qui vont être inaugurés en novembre prochain, la Ville de Nancy offre, en effet, des institutions de premier ordre : Institut chimique, Ecole de Brasserie, Ecole nationale des Eaux et Forêts, Office agricole et Station agronomique, Institut sérothérapique, qui constituent autant de ressources appréciées pour l'enseignement et les recherches relatives à l'agriculture.

L'enseignement agricole, qui est dès maintenant organisé, conduit à la fois à un *Diplôme d'études supérieures agronomiques*, et à divers certificats délivrés par l'Etat et par l'Université. Trois de ces certificats confèrent la *licence ès sciences* avec ses prérogatives.

L'enseignement scientifique, très complet, comprend les cours suivants :

Botanique préparatoire, Histoire naturelle des plantes cultivées, Pathologie végétale, Chimie végétale, Microbiologie, Zoologie préparatoire, Zootechnie générale, Entomologie agricole et Parasitologie, Alimentation rationnelle, Pisciculture et Aménagement des chasses, Chimie préparatoire, Chimie agricole, Analyses agricoles, Industries agricoles, Géologie appliquée, Météorologie.

Il faut y ajouter un *Enseignement complémentaire spécial*, qui est réparti en quatre sections, à option : 1° *Etudes forestières* (Sylviculture, Histoire naturelle forestière, Législation forestière); 2° *Etudes économiques* (Science sociale, Histoire des Doctrines économiques, Droit administratif, Géographie économique, Agronomie générale et coloniale); 3° *Etudes physiques* (Physique préparatoire et appliquée, Mécanique appliquée, Eléments d'Electrotechnique, Hydraulique agricole); 4° *Etudes d'Agriculture pratique* (Culture et Commerce des produits agricoles, Comptabilité, Arpentage, Génie rural, Zootechnie spéciale et Art vétérinaire).

S'adressant plus particulièrement à la grande bourgeoisie rurale, cette tentative attirera à l'Université de Nancy un public nouveau qui y trouvera un enseignement préparant directement aux carrières productives.

Les cours commenceront le 15 octobre prochain. Dès maintenant, les inscriptions sont reçues. Les programmes sont publiés et envoyés sur demande adressée à M. le Doyen de la Faculté des Sciences. Nous faisons des vœux pour la réussite d'un enseignement qui pourra trouver des imitateurs dans d'autres Universités. Il est intéressant de voir nos Universités régionales pousser des racines vivaces dans le milieu spécial où chacune est appelée à vivre.

§ 7. — Hygiène publique

La stérilisation domestique de l'eau d'alimentation. — La question de la stérilisation des eaux d'alimentation publique et privée a de tout temps préoccupé les hygiénistes. Le public lui-même, dont l'attention a été appelée sur cette question par les différentes campagnes de presse entreprises depuis quelques années, s'en est ému, et le temps n'est plus éloigné où chacun cherchera à s'assurer la pureté de l'eau qui est nécessaire à ses besoins journaliers.

Signalons aujourd'hui un nouvel appareil stérilisateur pour usage domestique qui semble marquer un progrès sensible dans la question de la stérilisation de l'eau.

L'opinion générale des savants comme du public est que la chaleur est le seul agent capable d'assurer d'une façon complète la destruction des germes dangereux

qu'une eau peut renfermer. On a donc cherché de bien des côtés à la fois des appareils pouvant réaliser dans les ménages, d'une façon pratique et certaine, la stérilisation de l'eau par la chaleur, et c'est dans cet ordre d'idées qu'a été conçu le nouveau stérilisateur dont nous allons parler. Cet appareil est dû à un ingénieur des Arts et Manufactures, M. Lepage.

L'eau impure et non stérilisée remplit le réservoir (1) (fig. 1) qu'alimente une conduite (2), branchée sur une canalisation d'eau. Le niveau de l'eau XX est maintenu constant dans ce réservoir grâce à un flotteur. L'eau, descendant par le tuyau (3), remplit le compartiment (4), puis le petit bouilleur (5) jusqu'au niveau XX, où elle s'arrête. Si l'on approche de ce bouilleur une source de chaleur quelconque (7), bec de gaz ou lampe à pétrole, l'eau du bouilleur entre en ébullition, et un mélange de vapeur et d'eau bouillante, montant par le tuyau (6), vient se déverser (8), où l'eau arrive stérilisée. La différence de niveau entre XX et le sommet du tuyau (6) est calculée de façon que

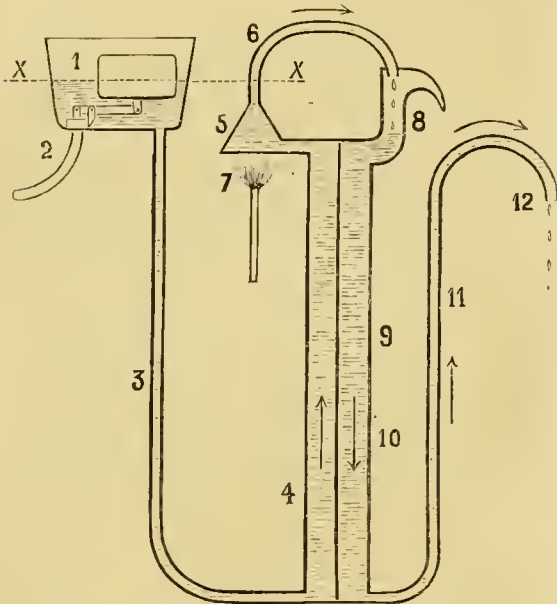


Fig. 1. — Schéma de l'appareil Lepage pour la stérilisation de l'eau.

l'eau ne puisse le franchir que sous le coup d'une ébullition légèrement tumultueuse, de sorte que l'eau arrivant en (8) ait forcément passé par une température de 100°. Mais, en même temps, cette différence de niveau est assez faible pour que le temps d'ébullition soit très court, quelques secondes à peine, de façon que l'eau n'ait pas le temps de perdre les gaz dissous qui lui donnent sa saveur. L'eau stérilisée s'accumule dans le compartiment (9), puis dans le siphon (11); quand le niveau s'est assez élevé pour atteindre le sommet du siphon, l'eau sort par l'extrémité (12); on la recueille dans un récipient quelconque.

Il faut remarquer qu'à mesure que l'eau en ébullition s'échappe par le petit tuyau (6), elle est immédiatement remplacée dans le bouilleur, puisque le niveau XX est maintenu constant par le flotteur du premier récipient; l'opération est de ce fait très régulière et la circulation de l'eau dans l'appareil se fait sans brusquerie.

La cloison (10) de séparation des deux compartiments (4), (9) présente une grande perméabilité à la chaleur et facilite l'échange de température entre l'eau non stérilisée froide du compartiment (4) et l'eau stérilisée chaude du compartiment (9); l'eau froide s'échauffe donc petit à petit en montant vers le bouilleur, de façon, quand elle arrive, à être déjà très chaude; en revanche,

l'eau arrivant bouillante dans le compartiment (9) perd de sa chaleur en descendant dans ce compartiment de manière à arriver complètement froide dans le siphon (11).

Les principaux avantages de l'appareil sont les suivants :

1° L'eau qui traverse l'appareil est stérilisée d'une façon certaine, permanente et indéfiniment, aucune fausse manœuvre de robinet n'étant à craindre puisque c'est l'ébullition seule qui force l'eau à circuler dans l'appareil.

2° L'eau conserve toutes ses qualités objectives séduisantes, l'opération ne durant pas assez longtemps pour lui faire perdre l'oxygène et les autres gaz qu'elle contenait en dissolution. Elle conserve donc sa saveur et ne ressemble en rien à l'eau bouillie.

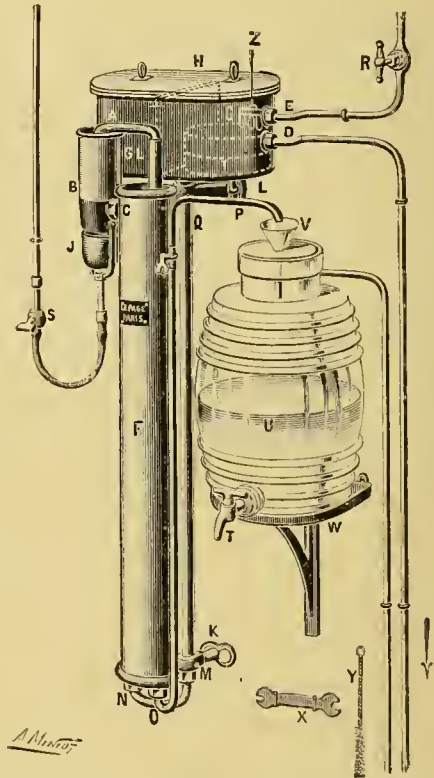


Fig. 2. — Mode d'installation de l'appareil Lepage pour la stérilisation de l'eau. — R, robinet d'arrivée de l'eau; E, entrée de l'eau dans le récipient H; G L, flotteur; D, sortie de l'eau en excès; Q M N, tuyau d'amenée de l'eau dans l'échangeur de température F; C, arrivée de l'eau dans le stérilisateur B; A, sortie de l'eau stérilisée pour retourner dans l'échangeur de température; O P V, tuyau de sortie, amenant l'eau dans un récipient en verre V; S, conduite de gaz; J, lampe à gaz.

3° L'eau sort de l'appareil à une température très voisine de celle qu'elle avait en y entrant, ce qui permet son utilisation immédiate. Il est même possible de faire passer de l'eau glacée dans l'appareil. Celui-ci la stérilisera en la faisant bouillir et la rendra glacée.

4° Enfin, un autre point important: le prix de l'appareil est peu élevé et la dépense de combustible, gaz, pétrole ou alcool est insignifiante. On peut, en effet, l'évaluer à deux centimes par dix litres d'eau stérilisée.

Nous donnons (fig. 2) le dessin d'un appareil tel qu'il est construit actuellement pour les installations de ville où l'on dispose de l'eau sous pression et du gaz d'éclairage. D'autres modèles portatifs pour la campagne ou les colonies sont chauffés soit à l'alcool, soit au pétrole.

L'EMPLOI DES MUCÉDINÉES EN DISTILLERIE

Il y a quelques années, on considérait encore, dans les industries de fermentation, toute moisissure comme un ferment de maladie. Le rôle néfaste de ces microorganismes, surtout en brasserie et en malterie, les avait fait tenir avec juste raison comme très dangereux, et, jusqu'à ces derniers temps, la Science s'était bornée à rechercher les moyens pratiques de les combattre et de les détruire. Cependant, quelques expérimentateurs, notamment Atkinson et MM. Gayon et Dubourg, avaient remarqué que certaines espèces jouissent de propriétés très intéressantes et susceptibles d'un haut intérêt pratique. Plusieurs Mucédinées, par exemple, ont la faculté de transformer l'amidon et la dextrine en sucre fermentescible, et de décomposer ce sucre en donnant de l'alcool et de l'acide carbonique. Une seule espèce microbienne semblait ainsi pouvoir remplir le double rôle du malt et de la levure dans la fabrication de l'alcool de grains. Cependant, ces premiers travaux ne donnèrent lieu à aucune utilisation industrielle véritable. Ce n'est qu'au cours de ces dernières années que la question est entrée dans une phase décisive, grâce à l'impulsion scientifique donnée à ce problème par M. le Dr Calmette, le promoteur des idées nouvelles qui devaient conduire ses collaborateurs, MM. Collette et Boidin, au résultat pratique définitif. L'application des Mucédinées au travail de la distillerie de grains a constitué le procédé à l'*Amylomyces*, autour duquel il a été fait tant de bruit depuis quelques années. Quelle est exactement la portée de cette découverte, et quelles sont ses conséquences pratiques? C'est ce que nous allons chercher à indiquer en exposant la série des recherches qui ont conduit au procédé Amylo, et en déterminant les bases scientifiques sur lesquelles il repose : cette étude est d'autant plus utile qu'elle nous fournit un exemple des bienfaits que peut donner la collaboration intime de la Science pure et de l'Industrie.

I

On sait que les moisissures sont des végétaux microscopiques qu'on rencontre le plus souvent sur les matières en décomposition, qu'elles recouvrent d'une masse de filaments grêles entrelacés, en formant ce qu'on appelle le mycélium. Ce mycélium, qui est l'agent de nutrition de la plante, donne naissance, soit dans son épaisseur même, soit à l'extrémité de tubes aériens, à des organes particuliers appelés spores, qui ont pour but d'as-

surer la dissémination de l'espèce et sa reproduction.

Parmi ces Mucédinées, les plus intéressantes à notre point de vue sont certainement les Mucors. Ils appartiennent à la classe de ces organismes qui peuvent mener indifféremment la vie aérobie ou anaérobie, suivant les conditions qui leur sont offertes. Pasteur nous en a donné un exemple remarquable avec le *Mucor racemosus*. Cette espèce vit normalement à la surface des liquides sucrés, en donnant un mycélium qui se couvre rapidement de spores aériennes : c'est la vie aérobie du Mucor. Mais, si l'on vient à immerger complètement ce mycélium dans le liquide nutritif, le mode d'existence de l'espèce change. On voit la plante se remplir de bulles de gaz carbonique, et il se forme de l'alcool. En même temps, l'aspect microscopique se modifie. Dans la vie aérobie, on voyait de longs filaments peu cloisonnés et des spores aériennes, tandis que, dans la culture en profondeur, on trouve un mycélium très cloisonné, qui se renfle par places de manière à former des sortes de boules (conidies mycéliennes). Ces conidies se séparent bientôt du mycélium et bourgeonnent à la façon des levures. L'espèce possède donc deux modes d'existence : une vie aérobie, dans laquelle les propriétés comburantes sont très élevées et où tout le sucre est à peu près brûlé à l'état d'eau et d'acide carbonique; et une vie anaérobie, dans laquelle la plante fonctionne comme un véritable ferment alcoolique.

Ces faits étaient d'une importance capitale à rappeler au début de l'étude sur l'*Amylomyces*, car nous verrons plus loin comment ces propriétés ont pu être utilisées dans la pratique.

C'est à Atkinson que nous devons les premières recherches importantes sur les fonctions saccharifiantes des Mucédinées. — Déjà, en 1878, Ahlburg avait découvert, dans le koji japonais, une moisissure particulière à laquelle il avait donné le nom d'*Eurotium Orizæ*, et qui semblait jouer un rôle important dans la fabrication du saké, ou bière de riz, au Japon. Ce koji, que l'on peut grossièrement considérer comme du riz recouvert par l'*Eurotium Orizæ*, sert comme agent de saccharification en agissant sur l'amidon du riz cuit, et en le transformant en sucre fermentescible. M. Atkinson a étudié avec soin la diastase produite par cette Mucédinée, et a remarqué qu'elle saccharifiait avec énergie l'empois d'amidon. Mais, comme, dans le saké, la fermentation alcoolique est en majeure partie produite par des levures, Atkinson ne reconnut pas la

fonction alcoolique chez l'*Eurotium* d'Ahlburg.

Ce sont MM. Gayon et Dubourg qui ont démontré les premiers l'existence d'une Mucédinée pouvant produire à la fois la saccharification de l'amidon et de la dextrine, et la fermentation alcoolique. C'est le *Mucor alternans*. Ensemencé dans une solution de dextrine, on constate que ce corps diminue peu à peu, et qu'il se forme de l'alcool. Dans l'empois d'amidon, la Mucédinée forme du maltose, qui subit ensuite la fermentation alcoolique. MM. Gayon et Dubourg ont également constaté que le *Mucor racemosus* possède des propriétés analogues. Mais cette transformation de la dextrine semblait lente et incomplète, et il y avait toujours une perte notable qu'on ne retrouvait ni à l'état d'alcool, ni à l'état de sucre. Cependant, ces expériences étaient assez intéressantes pour pouvoir faire pressager une utilisation industrielle possible.

Ce n'est que cinq ans après, en 1892, que M. Calmette, alors directeur de l'Institut bactériologique de Saïgon, publia ses études sur la levure chinoise et sur la fabrication des alcools de riz en Extrême-Orient. C'est cet important travail qui a été le point de départ de toutes les études ultérieures qui ont conduit au procédé Amylo; aussi est-il nécessaire de nous y arrêter assez longuement.

M. le Dr Calmette, frappé de voir les Chinois fabriquer de l'alcool de riz sans se servir de malt ni d'acide, pensa que la levure chinoise, dont se servaient les distillateurs indigènes, devait contenir un ferment analogue à l'*Eurotium Orizæ* du koji japonais. Cette levure chinoise, qu'on trouve dans le commerce sous la forme de petits gâteaux aplatis, est préparée, d'après M. Calmette, de la façon suivante :

« On pile d'abord dans un mortier quarante-six espèces de plantes aromatiques, dont le but n'est que de parfumer ultérieurement l'alcool de riz. Le mélange est passé au tamis; la poudre ainsi obtenue est additionnée de farine de riz, et malaxée sous une lourde roue dans une auge circulaire. La roue, passant et repassant un grand nombre de fois sur le mélange, le rend homogène. On le porte alors dans une terrine, où il est malaxé avec de l'eau jusqu'à consistance de pâte molle. On coule ensuite cette pâte en petits pains, qu'on dispose en quinconces sur des nattes couvertes d'une mince couche de bales de riz humectée d'eau. Les nattes sont échelonnées sur des étagères couvertes de paillassons dans une pièce obscure. Au bout de quarante-huit heures, à la température de 30°, le développement des germes est achevé : la pâte, restée humide, a pris une odeur de moisi et s'est couverte d'une sorte de velours blanc très fin. On l'expose au soleil jusqu'à dessiccation complète et on la met en sacs pour la vendre aux distillateurs.

« C'est à l'aide de cette levure chinoise que les indigènes préparent leurs alcools de riz. Le riz, décortiqué à l'aide de grossières meules de bois, est d'abord mélangé dans une chaudière de cuisson avec un peu plus de son poids d'eau chaude. On arrête la cuisson lorsque le grain s'écrase facilement entre les doigts. On l'étale alors en couches minces sur des nattes pour le laisser refroidir, et on le saupoudre de levure chinoise pilée au mortier. Ensuite, on le répartit dans des pots en terre, de 20 litres environ de capacité, mais en ne les remplissant qu'à moitié, et on les ferme avec un couvercle. Au bout de trois jours, la saccharification est achevée; on opère le remplissage des pots avec de l'eau du fleuve, et on les laisse découverts. La fermentation alcoolique s'établit rapidement et dure deux jours, au bout desquels on distille toute

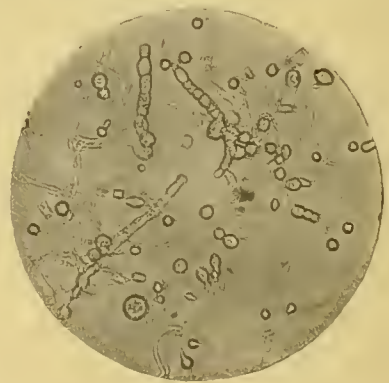


Fig. 1. — *Amylomyces Rouxii*; Mycelium et spores mycéliennes.

la masse à feu nu dans des alambics en tôle. Pour traiter 100 kilos de riz, il faut environ 1 kil. 500 de levure chinoise, et les distillateurs obtiennent avec cette quantité 60 litres environ d'eau-de-vie à 36°, soit un rendement moyen de 18 litres d'alcool pur. »

M. le Dr Calmette se demanda quel était l'agent actif de cette levure chinoise. Pour cela, il procéda à l'analyse bactériologique d'un pain de levure, et il reconnut bientôt qu'à côté d'un certain nombre de levures on rencontrait sans cesse une moisissure particulière, très abondante, qui se multipliait à l'aide d'un mycélium rameux, et envahissait rapidement toute la surface des milieux de culture. C'est à cette Mucédinée que M. Calmette a donné le nom d'*Amylomyces Rouxii*; elle est apportée dans la levure chinoise par la bale de riz dont est inerusté le petit pain de levure.

Les propriétés morphologiques de l'espèce sont les suivantes : « Au contact de l'air, le tube mycélien s'allonge peu et se divise bientôt en cloisons transversales, au niveau desquelles le protoplasma,

très réfringent, s'amasse pour former des conidies. Au début, ces conidies ont une forme cubique, puis elles s'arrondissent, mais ne s'isolent pas du rameau qui les a fait naître et qui se prolonge au-dessus d'elles pour former, un peu plus loin, une ou plusieurs autres conidies semblables (fig. 1).

« Dans les cultures profondes en moût gélatiné, partout où le mycélium échappe au contact immédiat de l'air, il s'accroît par bourgeonnement direct, étalant en tous sens ses ramifications tubuleuses ; mais aucune conidie n'apparaît.

« Noyée dans un liquide sucré, dextriné ou amylicé, la plante ne produit pas de cellules ovales ou sphériques en forme de levures comme le *Mucor racemosus* ou le *Mucor alternans*. Elle se développe exclusivement en mycélium rameux. »

Quant aux propriétés physiologiques de l'espèce, elles ont été fort bien décrites par M. le Dr Calmette, et nous extrayons de son Mémoire les lignes suivantes, qui sont du plus haut intérêt :

« Sur du riz cuit à la vapeur, placé en couche mince au fond d'un ballon largement aéré, l'*Amylomyces* brûle directement presque tout le sucre qu'il forme aux dépens de l'amidon. Mais si, en agitant les ballons de culture, on maintient le mycélium dans les couches profondes du riz à mesure qu'il s'accroît, et si l'on empêche ainsi les fructifications aériennes de se produire, la quantité de glucose formée en quatre jours atteint 64 % de l'amidon. Dans le moût de bière, c'est la quantité d'alcool qui devient plus considérable : au bout de sept jours, on peut en obtenir jusqu'à 3,3 %. Ainsi, le pouvoir ferment de la moissure se trouve augmenté si on lui rend plus difficile l'accès de l'air ; toutefois, il y a une limite au delà de laquelle on ne peut pas pousser la privation d'oxygène. Ce gaz est indispensable au mycélium de la plante, et il est impossible de la cultiver en tubes clos absolument privés d'air, quel que soit le substratum nourricier qu'on lui fournisse. Donc, pour produire un effet utile, l'*Amylomyces* doit être cultivé dans une atmosphère confinée. Cette condition est réalisée inconsciemment par les Chinois, qui placent pendant trois jours un couvercle sur les jarres, après avoir pris soin de ne remplir celles-ci qu'aux deux tiers avec le riz cuit mélangé de levure pilée. »

L'importance capitale de ces constatations n'échappera à personne ; dans ces quelques lignes étaient déjà indiquées les conditions industrielles dans lesquelles on devait travailler pour obtenir des résultats favorables : immersion de la plante, et aération modérée.

D'ailleurs, en opérant dans ces conditions en symbiose avec des semences pures d'*Amylomyces* et d'une levure de pale-ale, M. Calmette put dou-

bler, du premier coup, le rendement en alcool qu'obtenaient les Chinois.

Tel est l'important travail qui a ouvert définitivement la voie à l'application industrielle des Mucédinées à la distillerie de grains. Nous allons voir maintenant comment MM. Collette et Boidin, assistés de M. Calmette, ont pu réaliser industriellement, à l'usine de Seclin, les espérances que les essais de laboratoire avaient fait concevoir.

II

Mais, avant d'entrer dans cette étude, il est nécessaire de donner quelques détails sur les opérations que l'on pratique d'ordinaire dans les distilleries de grains, afin de faire mieux comprendre de quel côté on devait diriger les recherches sur l'*Amylomyces*, pour réaliser un progrès sensible.

Aujourd'hui, le travail des grains se fait généralement de la façon suivante : Le grain, cuit sous pression, est traité dans une cuve-matière par une quantité de malt suffisante pour produire une saccharification de l'amidon aussi complète que possible. Cette quantité de malt atteint 10 à 15 % du poids du grain employé. A cet emploi de malt correspond déjà une perte minima de 1 kil. 400 d'amidon par suite du maltage, soit un litre d'alcool par 100 kilos de grains. La saccharification par le malt donne d'abord : d'une part, du maltose qui fermente sous l'action de la levure, et, d'autre part, de la dextrine qui n'est fermentescible que dans une proportion très réduite, variable d'ailleurs avec l'espèce de levure employée. La dextrine restante occasionnerait une perte considérable de rendement. Pour réduire cette perte au minimum, on utilise la propriété que possède la diastase du malt, de continuer à agir sur la dextrine quand la saccharification principale est terminée, et de la transformer en sucre, qui subit alors la fermentation alcoolique. Il importe donc de ne pas détruire cette diastase, qui doit produire la saccharification complémentaire. Il en résulte un inconvénient des plus graves : l'impossibilité d'opérer aseptiquement et de stériliser le moût, la diastase étant détruite à 70-75°, température à laquelle résistent beaucoup d'espèces microbiennes.

Pour lutter autant que possible contre les ferments nuisibles, le distillateur augmente l'acidité du moût en faisant des levains lactiques. Cette préparation des levains lactiques, très délicate, est un mal nécessaire, qui cause à l'industriel des déboires continuels ; car le succès ultérieur d'une fermentation dépend en grande partie de la qualité du levain. En outre, le sucre qui se transforme en acide lactique est perdu. Enfin l'acidification, avec

tous ses défauts, n'est même pas un moyen suffisant pour combattre l'infection par les mauvais ferments ; ceux-ci s'habituent à la réaction acide du milieu, prennent bientôt le dessus, et engagent avec la levure une lutte pour l'existence qui se traduit par une chute importante du rendement en alcool.

On comprend dès lors quel intérêt capital il y avait à opérer la saccharification au moyen d'une Mucédinée qu'on pouvait ensemercer à l'état pur dans un moût stérilisé. La Mucédinée produisant de la diastase, il devenait inutile de saccharifier totalement l'amidon. On pouvait donc réduire beaucoup la proportion de malt. En outre, le moût était stérilisable, puisque l'action complémentaire de la diastase était produite par la Mucédinéeensemencée dans le moût stérile. Donc : suppression, au moins partielle, du malt, suppression des levains lactiques, possibilité d'un travail aseptique et d'un contrôle scientifique rigoureux, voilà les avantages qu'on pouvait entrevoir *a priori* en employant la saccharification par les Mucédinées.

Telles furent les idées directrices qui guidèrent les premiers essais d'application des Mucédinées au travail des grains. Déjà, en 1894, le Japonais Takamine avait cherché à employer la diastase de moisissure comme succédané du malt. On ensemençait sur du son humide des spores d'*Aspergillus Orizæ* et, après développement de l'espèce, on obtenait une matière saccharifiante qu'on délayait avec de l'eau. La diastase ainsi obtenue servait pour la saccharification à la place du malt. Mais ce procédé, avantageux pour les pays où l'orge fait défaut, ne réalisait pas un progrès bien sensible dans nos pays, et on ne pouvait espérer travailler d'une façon plus pure que par l'ancien procédé.

C'est alors que M. Calmette, devenu directeur de l'Institut Pasteur de Lille, fit étudier dans ses laboratoires l'emploi de l'*Amylomyces* à la saccharification des matières amyloacées. Les premières recherches, faites par M. Boidin, ne donnèrent pas de résultats satisfaisants. Le rendement était mauvais ; la Mucédinée brûlait toujours du sucre à l'état d'eau et d'acide carbonique, et il restait toujours de l'amidon non transformé.

MM. Boidin et Rolants cherchèrent alors à employer l'*Amylomyces* pour la fermentation des vinasses de distillerie. Ces vinasses contiennent de la dextrine, que la Mucédinée faisait fermenter, et on obtenait ainsi, par litre de vinasses, 6 à 10 centimètres cubes d'alcool, ce qui était largement suffisant pour couvrir les frais d'une nouvelle distillation.

M. Boidin entreprit donc, à la distillerie de M. Collette à Seclin, des essais industriels d'application de l'*Amylomyces* à la fermentation des vinasses.

Les premières expériences, effectuées dans des cuves de 300 hectolitres, montrèrent tout d'abord qu'il était possible pratiquement de stériliser ces grandes masses de liquide, et de les maintenir stériles dans des cuves complètement closes, et, en outre, MM. Collette et Boidin constatèrent que le rendement en alcool était beaucoup plus élevé dans ces cuves qu'au laboratoire.

En cherchant à expliquer ce dernier résultat, M. Boidin ne tarda pas à faire une remarque très importante : la combustion par la Mucédinée devenait *inappréciable* quand on faisait vivre l'*Amylomyces* constamment à l'état immergé, sans qu'il pût former de fructifications superficielles. Ces conditions étaient évidemment très difficiles à réaliser d'une façon parfaite dans les expériences de laboratoire, et l'essai industriel seul permit de mettre ce fait en lumière. MM. Collette et Boidin remarquèrent, en outre, qu'en injectant de l'air stérilisé dans le moût, on accélérât considérablement le développement de l'*Amylomyces*, sans qu'il y ait une perte sensible par combustion directe. C'était là un résultat décisif. En faisant vivre à l'état d'immersion continue l'*Amylomyces* dans un moût de grains stérilisé et aéré constamment par de l'air stérile, on pouvait donc espérer transformer intégralement l'amidon du grain en sucre, puis en alcool, sans pertes appréciables, en supprimant l'emploi du malt ou de l'acide, et en faisant en une seule opération la saccharification et la fermentation alcoolique en milieu aseptique.

Les essais de MM. Collette et Boidin furent aussitôt dirigés dans ce sens. Le procédé Amylo était constitué.

III

Nous pouvons maintenant aborder l'étude du procédé à l'*Amylomyces*, tel que MM. Collette et Boidin l'ont établi à la suite de la longue série de recherches que nous venons de décrire. Nous allons voir, en passant en revue les phases successives de la fabrication, avec quelle souplesse la pratique industrielle a su se conformer aux conditions théoriques dictées par les études du laboratoire.

1. *Cuisson du grain*. — Le maïs entier est d'abord introduit dans le cuiseur avec deux fois son poids d'eau. On injecte alors de la vapeur et on fait monter la pression pendant 3 h. 1/2 jusqu'à 4 kilogrammes. L'amidon est ainsi complètement transformé en empois. Mais il importe que cet empois soit bien homogène : on doit avoir une masse exempte de fragments de grains, et bien divisée, qui subisse facilement la liquéfaction par le malt, et l'action saccharifiante de la Mucédinée. Aussi le cuiseur adopté dans un grand nombre d'usines qui

travaillent par le procédé Amylo est-il un cuiseur vertical, muni d'un puissant agitateur à palettes et de dispositifs qui permettent de cuire le grain en brassant fortement la masse. On obtient ainsi une pâte tout à fait homogène.

2. *Liquéfaction.* — Si l'on envoyait directement à la cuve de fermentation l'empois ainsi formé, dilué avec une quantité d'eau convenable, la masse ferait prise par le refroidissement, s'empâterait dans les conduites, et la Mucédinée ne pourrait se multiplier dans un milieu aussi compact. Il est donc nécessaire de liquéfier l'amidon par une faible quantité de malt, quantité qui représente 1 à 2 % du poids du grain employé, tandis que dans les procédés anciens, où l'on cherchait à produire une saccharification complète, on employait une proportion de 10 à 15 % de malt.

On place donc, dans une cuve-matière, 10 à 20 kilogrammes de malt par 1.000 kilogrammes de maïs, et on fait un lait de malt avec de l'eau froide. L'empois, chassé directement par la pression du cuiseur, tombe dans cette cuve-matière, où il se trouve en contact avec le malt. La température ne doit jamais dépasser 70°, pour ne pas tuer la diastase. On laisse en contact pendant une heure à 60°-65°, en agitant constamment. Si l'on examine, au bout de ce temps, le moût obtenu, on constate que la filtration, impossible au début, est devenue très facile : la masse est complètement fluide. Le liquide filtré donne la réaction rouge des érythrodes, et réduit très fortement la liqueur de Fehling. Les matières insolubles restées sur le filtre donnent la réaction violette de l'amidon. Cette opération constitue donc plus qu'une liquéfaction ; il y a un véritable commencement de saccharification, qui fait passer à l'état de sucre fermentescible et de dextrine une partie assez considérable de l'amidon présent. On obtient donc, au sortir du macérateur, un moût bien fluidifié, qui ne fait plus prise par le refroidissement et qui contient à la fois du maltose et de la dextrine provenant de l'action du malt, et de l'amidon non transformé.

3. *Stérilisation.* — Il faut maintenant détruire totalement les germes de ce milieu de manière à avoir un liquide parfaitement stérile dans lequel on puisse ensemercer à l'état pur la Mucédinée saccharifiante qui doit terminer la transformation de l'amidon et de la dextrine en sucre. Cette stérilisation se fait dans un immense autoclave horizontal où le moût est chauffé pendant une demi-heure à une pression de vapeur de 1 kil. 1/2, c'est-à-dire à une température d'environ 128°. Le milieu se trouve ainsi parfaitement stérilisé, et il est alors chassé dans la cuve de fermentation.

4. *Fermentation.* — C'est ici que nous allons rencontrer une réalisation industrielle surprenante des travaux de bactériologie du laboratoire. Imaginons un immense matras en tôle de 1.000 hectolitres, hermétiquement clos et stérilisable par la vapeur (fig. 2).

C'est dans ce gigantesque ballon de culture que va s'effectuer la fermentation : le moût stérile va être introduit, refroidi et ensemençé avec une culture pure d'*Amylomyces*, en suivant exactement le mode opératoire d'une expérience faite au laboratoire avec un ballon de 500 centimètres cubes. Au premier abord, on se refuse à croire que l'asepsie rigoureuse puisse être réalisée sur des masses de liquide aussi considérables. Nous allons voir, au contraire, que quelques précautions simples suffisent pour obtenir facilement une stérilité parfaite.

La cuve, d'une hauteur totale de 6 mètres, est absolument close, de manière à éviter toute contamination venant de l'extérieur. A sa partie supérieure se trouve le tuyau d'arrivée du moût venant du stérilisateur ; à sa partie inférieure, le robinet d'évacuation du moût fermenté. Un tuyau de vapeur débouche dans le fond de la cuve, et permet l'injection de vapeur dans le moût, pour le maintenir en ébullition pendant toute la durée du chargement. Par une manœuvre très simple, on peut remplacer la vapeur par de l'air comprimé, qui se débarrasse de tout germe en traversant un filtre à coton flambé au préalable à 165°. On peut ainsi injecter dans le moût de l'air stérile, et réaliser par conséquent une des premières conditions de la vie active de l'*Amylomyces* : la culture en aération continue. La cuve porte, en outre, dans son intérieur un puissant agitateur, dont l'arbre est muni d'un calfat qui rend toute infection impossible. Cet agitateur permettra de réaliser la culture de la Mucédinée en profondeur, et d'éviter les fructifications superficielles : seconde condition nécessaire, comme nous l'avons vu, pour avoir des rendements satisfaisants. Enfin, de la partie supérieure de la cuve part un tuyau de dégagement des gaz, air et acide carbonique, qui va s'ouvrir dans un barboteur de 4 hectolitres, rempli d'eau.

Dans le dôme de la cuve, bien à la portée de la main, se trouve une petite tubulure de 5 à 7 centimètres de diamètre, et de quelques centimètres de hauteur. Sur cette tubulure s'engage un tuyau de caoutchouc d'environ 20 centimètres, bouché par un manchon métallique qui l'obture hermétiquement. C'est l'orifice par lequel se fera l'ensemencement. Sur le côté de la cuve, à 1 mètre environ de la calotte supérieure, est placée une autre tubulure identique à la première : c'est la tubulure de prise d'échantillon du moût. Enfin un thermomètre, plongeant dans une gaine métallique qui fait corps

avec la cuve, indique la température du liquide.

Pour supprimer les infections possibles par les joints et les robinets, tous ceux-ci sont plongés dans des cuvettes remplies d'eau formolée. D'ailleurs, nous verrons bientôt que, dans le travail, on laisse toujours dans la cuve un léger excès de pression, afin que les fuites, si elles se produisent, aient toujours lieu de l'intérieur vers l'extérieur, et non inversement. Toute rentrée est ainsi rendue impossible.

l'air de la cuve. Quand la cuve est déjà assez avancée, on badigeonne avec du formol les deux tubulures, on place les deux tubes de caoutchouc, et on les obture avec les manchons métalliques fortement flambés à l'aide d'une lampe à alcool; puis, on continue l'injection de la vapeur et l'admission du liquide jusqu'à ce que la cuve soit pleine de moût stérile. Des regards vitrés permettent de se rendre compte aisément de l'instant où l'on doit arrêter.

Il s'agit maintenant de refroidir ce moût sans



Fig. 2. — Installation de seize cuves de fermentation de 1100 hectolitres,

Telle est la cuve qui fut construite par MM. Collette et Boidin, pour la fermentation par l'*Amylomyces* en milieu stérile. Suivons maintenant le travail du moût dans cet appareil.

Le liquide stérile, venant de l'autoclave, arrive dans la cuve à l'ébullition. La vapeur, qu'on injecte d'une façon continue par la valve inférieure de la cuve, maintient cette ébullition pendant tout le remplissage. La vapeur produite chauffe peu à peu la tôle, se condense sur les parois de la cuve en entraînant avec elle les germes qui peuvent s'y trouver. Bientôt elle commence à sortir par tous les orifices, stérilisant les tubulures d'échantillon et d'ensemencement, et chassant complètement

l'infecter d'aucun microbe étranger. On ferme l'arrivée de vapeur, qu'on remplace immédiatement par un fort courant d'air stérile. Cet air produit dans la cuve un excès de pression qui empêche toute rentrée de l'air extérieur impur. On remplit le barboteur d'eau, et, par le regard vitré de cet appareil, on se rend compte aisément de la rapidité du passage de l'air comprimé. Au bout d'une heure environ, on met l'agitateur en mouvement et on procède au refroidissement du moût. La cuve porte, à cet effet, à sa partie supérieure, une couronne d'arrosage percée de trous, par laquelle on fait ruisseler de l'eau froide sur les parois extérieures. L'agitateur amène constamment de nou-

velles couches de moût chaud au contact de la paroi froide, l'air comprimé qu'on injecte empêche le vide que produirait la condensation, et aère en même temps la masse. Il se produit, au contact de la nappe d'eau froide qui coule le long de la cuve, une évaporation intense qui refroidit rapidement le moût et amène en quelques heures à 38°C les 1.000 hectolitres du liquide.

On a ainsi réalisé le problème d'avoir, dans une cuve stérile, un moût parfaitement stérile. Il s'agit

de vérifier par le laboratoire est commencé, et, si un insuccès se produit, ce contrôle permettra toujours de reconnaître à quoi il est dû, et à quelle phase de l'opération il s'est produit. On vérifie également au microscope la pureté de la culture d'*Amylomyces* qu'on va employer, et, si le résultat est favorable, on ensemece, suivant les règles de l'asepsie usitées dans le laboratoire, le ballon d'Amylo destiné à peupler les 1.000 hectolitres de la cuve.

L'ensemencement effectué, on met l'agitateur en



par le procédé Amylo, aux distilleries Buquet-Colladon et Boulet, à Rouen.

maintenant d'ensemencer l'*Amylomyces* à l'état pur, sans introduire aucun autre microbe.

C'est alors que commence la collaboration active du laboratoire et de l'usine. On a préparé d'avance au laboratoire, sur 20 grammes de riz cuit réparti au fond d'un ballon de 1 litre environ, une culture vigoureuse d'*Amylomyces*. Cette minime quantité de semence, qui ne représente à l'état sec que quelques centigrammes, va servir à ensemece l'énorme cuve de 1.000 hectolitres. Avant de procéder à l'ensemencement, on fait aseptiquement une prise d'échantillon du moût de la cuve, dont on contrôlera au laboratoire la stérilité, et qui sera soumise à l'analyse chimique. Le contrôle scienti-

fique par le laboratoire est commencé, et, si un insuccès se produit, ce contrôle permettra toujours de reconnaître à quoi il est dû, et à quelle phase de l'opération il s'est produit. On vérifie également au microscope la pureté de la culture d'*Amylomyces* qu'on va employer, et, si le résultat est favorable, on ensemece, suivant les règles de l'asepsie usitées dans le laboratoire, le ballon d'Amylo destiné à peupler les 1.000 hectolitres de la cuve. L'ensemencement effectué, on met l'agitateur en mouvement, et on aère énergiquement la masse. Grâce à cette aération et à la température très favorable de 38°C, la Mucédinée se multiplie rapidement. L'agitation continue empêche la formation du mycélium superficiel, qui brûlerait le sucre à l'état d'eau et d'acide carbonique. Au bout de vingt-quatre heures, on fait une prise d'échantillon, et on vérifie au microscope la pureté de la culture. On constate alors que ces vingt-quatre heures ont suffi pour que toute la masse soit envahie par les filaments mycéliens de l'Amylo. Au point de vue chimique, on remarque que la réaction à l'iode est devenue plus faible; le travail saccharifiant de la Mucédinée a commencé, travail qui va

remplacer celui de la diastase du malt dans la saccharification complémentaire, mais avec l'immense avantage de l'asepsie parfaite et d'un contrôle scientifique rigoureux.

La transformation de l'amidon et de la dextrine en sucre fermentescible par la Mucédinée s'accompagne d'une fermentation alcoolique : l'Amylo décompose le sucre qu'il forme en alcool et acide carbonique. Mais l'expérience montre que cette fermentation, pour être complète, demande toujours un temps assez long. Nous possédons dans la levure un ferment alcoolique infiniment plus actif que la Mucédinée, et, d'ailleurs, M. le Dr Calmette n'avait-il pas constaté déjà la symbiose mucédinée-levure dans la fabrication des alcools de riz en Indo-Chine? Il est donc tout naturel que MM. Collette et Boidin aient songé à utiliser surtout les propriétés saccharifiantes de l'*Amylomyces*, et à confier à la levure, vivant en symbiose, le travail de la transformation du sucre en alcool. Il y avait là en quelque sorte l'avantage évident qu'on retire en prenant un train express au lieu d'un train omnibus. Ce changement de train se fait du reste d'une façon très simple. On refroidit d'abord la cuve à 33°C, parce que la température de culture de l'Amylo est un peu élevée pour la levure, puis on ensemence, avec les mêmes précautions que pour l'*Amylomyces*, un ballon de 500 centimètres cubes d'une culture pure de levure en pleine fermentation. C'est cette minime quantité de semence qui va assurer, en se multipliant, la fermentation alcoolique du liquide. Au bout de vingt-quatre heures, une nouvelle prise d'échantillon permet de constater que toute la masse est peuplée de cellules de levure; on cesse alors l'injection d'air stérilisé, et le travail symbiotique des deux organismes Amylo-levure commence.

La levure va parcourir avec une rapidité très grande la voie qui lui a été tracée par l'*Amylomyces*; celui-ci, qui a quarante-huit heures d'avance, continuera à préparer le chemin, plus lentement il est vrai, mais il ne sera rejoint cependant par la levure qu'au moment où son travail sera entièrement terminé.

D'ailleurs, il est facile de suivre la marche de la transformation de l'amidon, et de la fermentation, [en faisant chaque jour une prise d'échantillon du moût depuis le moment de l'ensemencement de la levure. C'est, d'ailleurs, ce qu'on fait pour chaque cuve, et ce contrôle scientifique si précis permet de reconnaître sans retard les fautes commises et l'instant où elles l'ont été. Au moment de l'ensemencement de la levure, l'iode donne encore une forte réaction bleue. La réduction à la liqueur de Fehling est devenue un peu plus considérable, d'abord parce qu'une partie de l'amidon

passé à l'état de sucre réducteur, et surtout parce que la Mucédinée hydrolyse le maltose et le transforme en glucose dont le pouvoir réducteur est plus élevé. Vingt-quatre heures après l'ensemencement de la levure, le liquide donne à l'iode une réaction rouge foncé; les pailles, une réaction bleue. Si l'on examine le moût au microscope, on constate que le liquide est totalement envahi par les deux espèces microbiennes, l'*Amylomyces* et la levure. Le jour suivant, le liquide filtré se colore encore légèrement en rouge par l'iode; il y a donc encore un peu d'érythro-dextrines; les pailles ne donnent plus qu'une très faible réaction bleue. Le dégagement d'acide carbonique se ralentit dans le barboteur. Enfin, trois jours après l'ensemencement de la levure, le liquide filtré ne donne plus de réaction à l'iode; il n'y a plus de bleuissement dans les pailles, et seul l'examen microscopique permet de

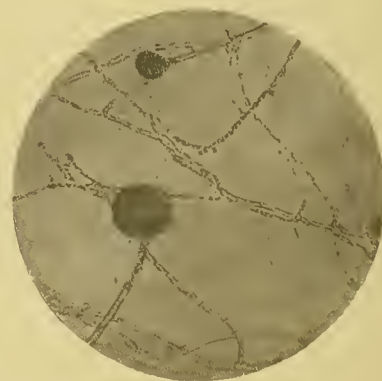


Fig. 3. — *Mucor β*-Mycelium et fructifications aérienne.

retrouver des traces d'amidon. La saccharification est finie, la transformation intégrale du sucre est achevée, comme il est facile de s'en rendre compte par la liqueur de Fehling; la cuve est prête à être distillée.

Tel est le mode de travail imaginé par MM. Collette et Boidin et désigné sous le nom de procédé Amylo, dans lequel, comme nous l'avons vu, la saccharification et la fermentation alcoolique se font simultanément par la symbiose des deux organismes Mucédinée et levure. Depuis 1897, le procédé a subi quelques modifications qu'il est maintenant nécessaire de décrire.

Le procédé Amylo avait, à l'origine, l'inconvénient fort grave de ne convenir qu'à des moûts dilués, d'environ 1030 de densité, ce qui augmentait dans des proportions notables les frais généraux de la fabrication. L'*Amylomyces Rouxii* ne possède pas, en effet, des propriétés saccharifiantes assez énergiques pour conduire à une bonne atténuation dans des moûts concentrés. Aussi, M. Boidin ne tarda pas à entreprendre l'étude de diverses autres Mucédi-

nées saccharifiantes dont les propriétés pouvaient être plus actives. Pour la distillerie, la meilleure espèce était évidemment celle qui poussait le plus loin l'atténuation, en donnant l'acidité la plus faible. M. Boidin a isolé ainsi sur un échantillon de koji japonais, dû à l'obligeance de M. Armand, ministre plénipotentiaire de France au Japon, un *Mucor* qu'il a désigné sous le nom de *Mucor β* (fig. 3). Ce *Mucor* se mena supérieur à l'*Amylomyces Rouxii* : la saccharification était plus complète, l'acidité moindre, le rendement plus élevé. En utilisant ce *Mucor β* au lieu de l'*Amylomyces*, M. Boidin constata qu'on pouvait travailler en moûts concentrés, à 18, 20 et même 25 % de grains. Une autre Mucédinée, le *Mucor J*, isolée sur du riz venant du Tonkin, a donné des résultats analogues. Le procédé ne laisse donc plus rien à désirer au point de vue de la concentration.

On a également beaucoup reproché au procédé à l'*Amylomyces* d'être délicat et très dangereux à cause des minimes quantités de semence qu'on emploie. Pendant toute la durée du développement de la moisissure, c'est-à-dire pendant vingt-quatre heures, le moût est maintenu à la température de 38°C., très favorable au développement des ferments de maladie. Si une faute est commise au moment de la fermeture de la cuve ou de l'ensemencement, cette faute peut entraîner les conséquences les plus graves, le ferment de maladie pouvant se développer plus vite encore que l'*Amylomyces*. Aussi a-t-on cherché à éviter cet écueil en faisant des levains de Mucédinées. La cuve à levains, de dimensions réduites, estensemencée avec une culture pure de Mucédinées : s'il y a par hasard une infection, on la stérilise et on réensemence. Dans tous les cas, on envoie à la grande cuve un fort levain de Mucédinée pure, ce qui permet d'ensemencer aussitôt la levure et de gagner ainsi du temps, avec une marche plus sûre. Cependant, il ne faudrait pas croire que cette petite complication du procédé soit nécessaire. L'exemple d'un grand nombre de distilleries qui travaillent sans levains, d'après la méthode préconisée au début par MM. Collette et Boidin, prouve qu'il est facile, avec un personnel dressé, d'arriver à une réussite parfaite : les infections deviennent exceptionnelles et n'abaissent pas la moyenne des rendements.

Un dernier perfectionnement du procédé a été son application aux distilleries agricoles. On pouvait, en effet, reprocher à la méthode d'être inapplicable sur une petite échelle à cause du matériel important qu'elle exige. La difficulté a été résolue en combinant un appareil à usages multiples, qui sert à la fois de cuiseur, de cuve-matière, de stérilisateur et de cuve de fermentation. Toutes les opérations se font ainsi dans un même appareil, et

avec la plus grande facilité. Le procédé est donc maintenant accessible à la petite distillerie agricole.

IV

Nous avons vu, par ce qui précède, que le procédé Amylo repose sur des bases scientifiques solides, et qu'il constitue un progrès réel sur les anciennes méthodes. Mais on sait que, dans l'industrie, les résultats économiques donnés par une méthode passent avant sa valeur scientifique, et on peut dire que peu de distillateurs auraient adopté le procédé Amylo, s'il n'avait eu pour avantages que ceux qui résultent d'un travail plus rationnel et d'un contrôle scientifique rigoureux. Quels sont donc les résultats pratiques fournis par le procédé Collette et Boidin ?

Nous en avons déjà signalé quelques-uns : d'abord, la dépense en malt est considérablement réduite, puisqu'on n'emploie que 2 % de malt au lieu de 15 à 25 %. C'est là un premier avantage, très important pour les usines qui emploient de grandes quantités de malt. La malterie étant réduite au minimum, il en résulte une économie sensible de main-d'œuvre, qui est encore augmentée par le fait de la suppression des levains. Le travail, si délicat et si aléatoire, de la fabrication de la levure, est remplacé par le travail précis et rigoureux du laboratoire où l'on prépare les ballons qui serviront à ensemencher les cuves. Enfin, nous avons vu que le procédé Amylo permet d'effectuer la stérilisation parfaite du moût et de travailler en moût stérile avec des organismes bien définis. C'est là un immense avantage, qui met le distillateur à l'abri de toutes les difficultés qui proviennent de l'invasion du moût par les ferments étrangers.

Mais ce n'est pas tout. MM. Collette et Boidin garantissent, en outre, un rendement en alcool plus élevé que par toutes les autres méthodes, et la production d'un alcool de meilleure qualité. En effet, avec les maïs ordinaires, le nouveau procédé conduit à un rendement minimum de 37 à 39 litres d'alcool pur par 100 kilos de grains, au lieu de 34 litres, que donnent, comme maximum, les anciens procédés les plus perfectionnés. Les savants chimistes anglais H. Roscoe, H.-T. Brown et A. Macfadyen, qui ont soumis au contrôle le plus rigoureux une cuve de 4.017 hectolitres à la distillerie de Seclin, ont constaté que le rendement en alcool était de 37 l. 81 par 100 kilos de grains, le rendement théorique maximum déduit par l'analyse du grain étant de 38 l. 76. Le rendement d'alcool donné par le procédé Amylo atteignait donc, dans cette expérience, 97,5 % du rendement théorique. Il semble difficile de pouvoir arriver à un chiffre plus élevé. A la Société anonyme des Distilleries

Bugnot-Colladon et Boulet réunies (usine de Bapeaume-lès-Rouen), le rendement moyen industriel de 45 cuves Amylo a été de 38 l. 93 d'alcool par 100 kilos de grains. A la distillerie de Temesvar (Hongrie), le rendement moyen de 29 cuves Amylo s'est élevé environ à 39 litres d'alcool par 100 kilos de grains. Il est donc hors de doute que le procédé à l'*Amylomyces* fournit des rendements en alcool supérieurs à ceux que l'on obtient par tous les autres procédés usités en distillerie.

La quantité de combustible supplémentaire nécessitée par la stérilisation des moûts s'élève, d'après un Rapport de M. le Dr Delbrück, à environ 20 kilos par hectolitre d'alcool. Les frais généraux de l'installation deviennent très minimes dans les grandes cuves de 1.000 à 1.200 hectolitres, d'autant plus qu'ils se répartissent sur un nombre d'hectolitres d'alcool considérable. L'augmentation des dépenses est donc loin de compenser le bénéfice obtenu par le rendement plus élevé, et nous pouvons conclure que, au point de vue économique comme au point de vue scientifique, le procédé Amylo donne des résultats très satisfaisants.

La qualité de l'alcool produit est également supérieure. La quantité de moyens et mauvais goûts est beaucoup moindre, et ces alcools de moyens et mauvais goûts sont de meilleure qualité. De 100 litres de flegmes on retire, en effet, à la rectification :

	ANCIEN PROCÉDÉ	PROCÉDÉ AMYLO
	litres	litres
Bon goût	72,98	79,62
Moyen goût.	20,29	14,76
Mauvais goût	3,88	2,91
	97,15	97,29
Pertes.	2,85	2,71

En outre, MM. Brown, Roscoe et Macfadyen ont constaté que la quantité d'alcools supérieurs était moindre que celle produite par l'emploi des procédés ordinaires de fermentation.

M. Boidin a signalé également un autre avantage du procédé Amylo, qui n'est pas sans importance. La fermentation des dextrines étant très complète, la filtration des drèches devient très facile. Or, on sait combien cette filtration présente de difficultés dans les procédés ordinaires. La levure forme avec la dextrine restante une masse gluante qui obstrue les filtres-presses, et on n'obtient qu'un liquide trouble, qui passe péniblement. Avec le procédé Amylo, les filaments mycéliens de la Mucédinée semblent exercer une action favorable en enveloppant les cellules de levure, et les drèches se laissent presser sans difficulté.

Il devient alors très facile d'obtenir des tourteaux qui renferment 70 à 72 % d'eau et dont le traitement ultérieur va être une source nouvelle de bénéfices. Ces tourteaux renferment l'huile du

grain de maïs, et un taux assez élevé de matières azotées. On les dessèche dans l'appareil Donard et Boulet, et on obtient des poudrettes qui contiennent 19 à 21 % d'huile et 6,5 à 7 % d'azote. Ces poudrettes sont épuisées de leur huile dans l'appareil Donard et Boulet, au moyen de l'éther de pétrole, et on obtient ainsi, par 100 kilos de maïs, environ 3 kilos d'huile, et 20 kilos de drèches qui peuvent être vendues pour l'alimentation des bestiaux.

Un autre sous-produit que le procédé permet seul de récupérer, c'est l'acide carbonique de fermentation. Des énormes cuves de 1.200 hectolitres s'échappent des torrents de gaz carbonique, qu'on peut recueillir et comprimer dans des cylindres pour le vendre à l'état liquide.

C'est grâce à ces avantages multiples que le procédé Amylo a permis aux distillateurs de grains de résister pendant longtemps à la crise que subit en ce moment cette industrie. Le prix de l'alcool, qui était encore, il y a quelques années, de 40 francs l'hectolitre, est maintenant descendu à 28 francs. En même temps, le prix du charbon s'est considérablement accru, ainsi que le prix des grains; les maïs ont été, en outre, récemment frappés d'un nouveau droit d'accise qui a rendu les conditions encore plus désastreuses. Il devenait dès lors difficile d'avoir des résultats satisfaisants au point de vue économique, et il n'est pas surprenant d'avoir eu à constater l'arrêt d'un grand nombre de distilleries de grains, même de celles qui travaillent par le procédé Amylo. Certaines usines qui obtenaient des rendements moyens de 38 litres à 39 litres d'alcool par 100 kilos de grains, qui extrayaient et vendaient l'huile des drèches, les drèches elles-mêmes, l'acide carbonique de fermentation, et livraient même parfois leurs alcools avec surprime, à cause de leur excellente qualité, ont dû renoncer à peu près complètement à une fabrication qui, dans ces conditions cependant exceptionnelles, ne donnait pas de bénéfices.

Mais ce sont là des conditions économiques passagères; et les résultats excellents obtenus dans les autres pays, notamment en Hongrie, en Espagne, au Tonkin, justifient pleinement la valeur de la nouvelle méthode. Elle nous reste, en outre, comme le témoignage des bienfaits que peut donner la collaboration de la Science pure et de l'Industrie. Le procédé, comme nous l'avons vu, repose sur des bases scientifiques rigoureuses; cette invention, comme d'ailleurs toutes celles qui s'appuient sur des principes solides, donnera des résultats féconds le jour où l'état économique du marché des grains et de l'alcool permettra son extension.

E. Boullanger,

Chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE L'INDUSTRIE DES CONSERVES ALIMENTAIRES EN FRANCE

PREMIÈRE PARTIE : FABRICATION

L'industrie des conserves alimentaires est née en France au début du XIX^e siècle, et Nicolas Appert en a été le promoteur. Appert fit ses premiers essais en 1796, et il appliqua pour la première fois son procédé en 1804, dans une petite fabrique qu'il avait créée à Massy (Seine-et-Oise).

Le procédé Appert, qui est encore appliqué dans certains cas sous sa forme primitive, consiste à renfermer dans des bouteilles ou des bocaux les substances que l'on veut conserver, à boucher soigneusement ces vases de manière à en assurer la fermeture hermétique, à plonger ensuite les bouteilles closes dans un bain-marie, et à les soumettre pendant un temps plus ou moins long, suivant leur nature, à l'action de l'eau bouillante.

Ce procédé fut modifié, en 1839, par Fastier, qui chassa l'air des vases pendant la cuisson en pratiquant un petit orifice dans le bouchon. On ferme ce trou avec un peu de cire à cacheter, quand le chauffage est terminé.

Le procédé Appert fut rapidement adopté, et des fabriques de conserves, établies à Bordeaux, à Nantes, au Mans, en firent usage avec succès jusqu'en 1847, époque à laquelle la plus grande partie de leur production s'altéra.

Les causes d'altération des substances animales ou végétales n'étaient encore que bien peu connues, et l'on ne savait pas qu'une température inférieure, ou, au plus, égale à 100° était insuffisante pour tuer tous les germes de putréfaction. Cependant, en 1850, un chimiste, Favre, indiqua de stériliser les conserves dans un bain d'eau salée dont la température d'ébullition était supérieure à 100°. Vers la même époque, Collin, de Nantes, substituait les boîtes de fer-blanc aux vases de verre, et il opérait la stérilisation dans un bain de sel ou de chlorure de calcium bouillant à 105° et même à 110°.

Mais ce procédé de chauffage présentait un grave inconvénient. A 110°, la tension de la vapeur étant déjà assez élevée (1 atm. 1/2 environ), les boîtes se déformaient, se dessouaient, et quelques-unes même éclataient. Ce fut l'adoption de l'autoclave qui permit d'appliquer dans la pratique la température de 110° et même de 115°, indispensable à la réussite de la stérilisation. Ce perfectionnement est, en général, attribué à Martin de Lignac, qui employa en 1854 l'autoclave pour la préparation des conserves alimentaires; mais il faut en faire

remonter le mérite à Chevalier-Appert, qui fit breveter en 1852, pour la fabrication des conserves, une chaudière à bain-marie concentré, munie d'un manomètre servant à indiquer à la fois la pression et la température d'ébullition de l'eau. Ajoutons, pour être juste vis-à-vis de Martin de Lignac, que ce savant inventeur fit de nombreuses et intéressantes recherches, qui ont rendu de grands services à l'industrie des conserves.

Telle est, rapidement esquissée, l'histoire de l'industrie des conserves alimentaires.

En même temps que cette industrie prenait son essor, des progrès considérables, réalisés parallèlement dans la Science, lui apportaient de précieuses clartés.

En 1810, Gay-Lussac, dans un Mémoire présenté à l'Institut, attribuait la conservation des substances alimentaires par le procédé Appert à l'absence de l'oxygène, celui qui se trouve renfermé dans les boîtes ayant été absorbé et n'existant plus que sous forme d'une nouvelle combinaison « qui n'est plus propre à exciter la fermentation ou la putréfaction ».

Jusque vers 1865, on assignait à l'oxygène le rôle prépondérant dans les phénomènes de fermentation. Cette théorie, appuyée par la haute autorité de Liebig, était officiellement adoptée.

Ce fut Pasteur qui, en 1862, en démontrant que la putréfaction n'était pas due à l'air, mais aux germes que celui-ci renferme, détruisit la théorie de Liebig et fit entrer les recherches sur les fermentations dans une voie nouvelle et fructueuse.

Aussi nous est-il permis, associant au début de cette étude les noms de Pasteur et d'Appert, de citer ces deux Français comme étant les promoteurs des connaissances théoriques et pratiques qui forment la base de l'industrie des conserves alimentaires.

Cette industrie, créée et étudiée en France, s'est depuis répandue dans tous les pays civilisés. Elle devait naturellement se développer dans les régions agricoles, où il y a surproduction d'aliments animaux ou végétaux : la matière première y est à bon marché, et la préparation des conserves devient un moyen de favoriser l'utilisation, la vente et l'exportation de ces produits. Il en est de même pour les contrées où la pêche est une industrie importante et où la préparation des conserves de poissons est devenue une source de richesse. Telle a été la cause du développement de l'industrie des conserves aux

Etats-Unis, sur les côtes du Canada, en Suède, en Norvège, sur les côtes du Portugal et de l'Espagne, à la Guadeloupe, etc.

La France a su conserver, dans cette fabrication, une place importante : si elle a été dépassée par les Etats-Unis sous le rapport de la quantité, elle est restée la première pour la qualité, et ses conserves continuent à faire prime sur le marché étranger.

I. — TECHNIQUE GÉNÉRALE.

La fabrication comprend, d'une part des procédés généraux, applicables dans tous les cas, quelle que soit la nature de la conserve ; et, d'autre part, des procédés spéciaux à chaque ordre de produits.

Toutes les conserves alimentaires doivent réaliser deux conditions essentielles :

1° Le vase dans lequel on les renferme doit être absolument étanche ;

2° Le contenu du vase, c'est-à-dire le produit alimentaire, doit être absolument stérile.

Étanchéité du contenant, stérilisation du contenu : voilà donc les deux conditions indispensables à réaliser, pour produire des conserves.

Nous sommes donc conduits à étudier successivement : 1° la fabrication des boîtes et flacons et leurs modes de fermeture ; 2° la stérilisation.

Dans la pratique, il est assez fréquent de voir ces deux parties de la fabrication séparées. Les fabricants de boîtes métalliques, qui préparent les boîtes de toute nature servant à l'emballage, sont outillés ou s'outillent facilement pour la fabrication des boîtes de conserves alimentaires, et deviennent les fournisseurs des fabricants de conserves. Mais lorsque ces derniers ont une production assez importante, ils ont tout avantage à réunir les deux industries, et à devenir fabricants de boîtes de conserves ; c'est ce qui se produit dans la plupart des grandes installations.

§ 1. — Étanchéité des récipients. Fabrication des boîtes ou flacons de conserves. Modes de fermeture.

Les boîtes de fer étamé sont les plus employées par les fabricants de conserves alimentaires. Les flacons de verre ne s'emploient guère que pour certaines conserves préparées avec des fruits ou des légumes choisis. Les conserves en flacons sont toujours plus coûteuses et sont employées, de préférence, pour les produits de marque.

Les avantages de la boîte de fer-blanc sont assez nombreux pour qu'on s'explique la généralisation de son emploi. D'abord, ces boîtes sont solides ; il n'y a pas à craindre la casse pendant les manipulations et surtout pendant la stérilisation, casse qui est quelquefois assez importante quand on se

sert des flacons de verre. Il faut, ensuite, mettre en ligne de compte la facilité de fermeture de la boîte métallique. La fermeture des vases de verre présente, comme nous le verrons plus loin, de grandes difficultés. Enfin, il y a une différence de prix assez notable entre la boîte métallique et le bocal de verre, et à l'avantage de la première.

A côté de ces avantages, la boîte métallique présente l'inconvénient de se laisser plus ou moins attaquer par les substances qu'on y renferme ; il en résulte, en pratique, deux inconvénients : le contenu de la boîte peut prendre une couleur anormale, provenant de la formation de composés métalliques, de sulfures notamment ; ou bien il peut prendre un goût assez sensible de métal. On remédie à ces inconvénients en appliquant à l'intérieur des boîtes un vernis destiné à empêcher le contact avec le métal. La difficulté est de trouver un vernis qui adhère à celui-ci, qui soit peu coûteux, qui ne se dissolve pas dans les liquides avec lesquels il est en contact, qui ne se désagrège ou ne craquèle pas quand on porte la boîte à la température de 110° à 120°, nécessaire pour effectuer la stérilisation. Ce vernis idéal est encore à trouver ; jusqu'ici on s'est borné à employer des vernis à base de gommes-résines. L'argenture a donné de mauvais résultats. La solution de ce problème présente donc un grand intérêt pratique.

Nous avons dit que la fabrication des boîtes métalliques était une industrie importante. Les machines servant à faire ces boîtes sont fabriquées principalement aux États-Unis, en France et en Allemagne.

La fabrication des boîtes de conserves comprend la série d'opérations suivante : 1° découpage ou estampage des fonds ; 2° découpage des corps de boîtes ; 3° cintrage de ces corps ; 4° préparation des agrafes des corps ; 5° serrage de ces agrafes ; 6° soudage des corps ; 7° sertissage des fonds.

Chaque opération peut être faite par une machine différente ; mais on peut aussi réduire le nombre des machines et faire effectuer par la même machine plusieurs opérations. On a même poussé plus loin le perfectionnement de l'outillage et on a imaginé des machines faisant automatiquement les boîtes. Nous avons décrit ici (*Revue générale des Sciences*, 1899, p. 844) une machine américaine réalisant ces conditions. Ces machines automatiques ne présentent d'intérêt que lorsqu'on doit produire une très grande quantité de boîtes d'un modèle unique (conserves destinées à l'armée et à la marine, par exemple). Dans les fabriques françaises, où l'on est, en général, obligé de préparer des boîtes de plusieurs formats différents, il vaut mieux posséder les divers outils produisant chacun un travail simple.

Les boîtes de fer-blanc sont constituées par trois pièces : un corps cylindrique agrafé et soudé longitudinalement, et deux fonds emboutis. Ces fonds sont assemblés au corps soit par soudure, soit par sertissage. La soudure est le procédé le plus ancien, et il continue à être employé dans un grand nombre de cas ; le sertissage, procédé plus récent, tend à se substituer au soudage.

Nous décrivons ici quelques-uns des principaux modes de fermeture⁴.

Voici d'abord deux types de boîtes soudées ; le

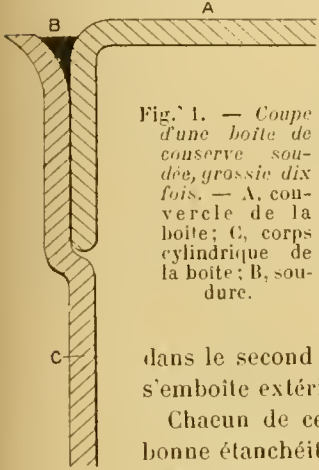


Fig. 1. — Coupe d'une boîte de conserve soudée, grossie dix fois. — A, couvercle de la boîte; C, corps cylindrique de la boîte; B, soudure.

premier se rencontre dans les boîtes françaises, et le second dans les boîtes américaines. Dans le premier (fig. 1), le corps C de la boîte est légèrement élargi pour laisser pénétrer le couvercle A, qui s'emboîte à l'intérieur ; dans le second (fig. 2), le couvercle A s'emboîte extérieurement.

Chacun de ces procédés assure une bonne étanchéité.

MM. Besse⁵ et Lubin ont récemment proposé un procédé de soudage mécanique. Celui-ci présente l'avantage de réaliser une grande économie de main-d'œuvre. Le métal qui servira à effectuer la soudure est déposé mécaniquement d'avance sur la boîte. Celle-ci est placée dans la machine à souder (fig. 3), et un mouvement de

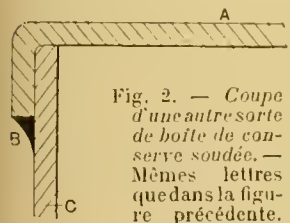


Fig. 2. — Coupe d'une autre sorte de boîte de conserve soudée. — Mêmes lettres que dans la figure précédente.

rotation amène le couvercle au-dessous du fer à souder, qui s'y applique exactement. Dans les systèmes de fermeture par sertissage, les deux lames de fer-blanc à relier sont fortement serrées l'une contre l'autre, et, pour assurer l'étanchéité, on interpose entre ces deux lames une substance suffisamment malléable pour qu'elle remplisse tous les interstices du métal. Cette substance est, en général, à base de caoutchouc. Elle est formée par un mélange de bon caoutchouc Para, de substances minérales et de fibres de chanvre. La partie minérale était, il y a quelques années, à base d'oxyde de plomb, et cette substance, associée au caoutchouc, assurait une grande

herméticité à la fermeture. Mais un règlement d'hygiène a interdit, en France, l'emploi de composés plombifères pour le sertissage, et on a remplacé l'oxyde de plomb par d'autres substances minérales, notamment par de l'oxyde de fer.

Nous décrivons ici deux modes de fermeture par

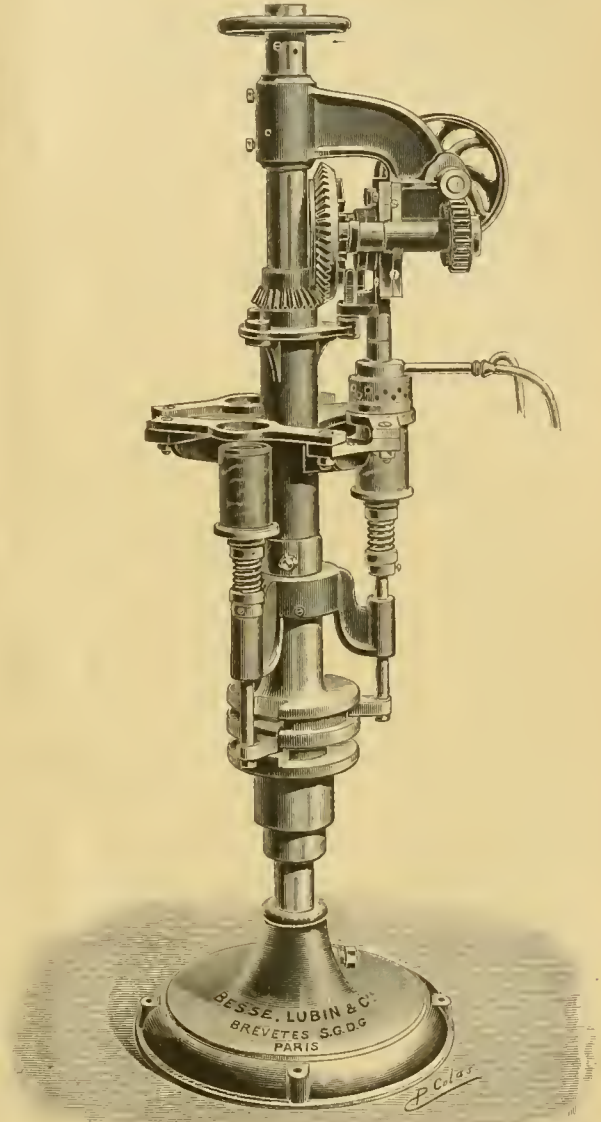


Fig. 3. — Machine Besse et Lubin à souder les boîtes de conserves. — La boîte à souder, munie de son couvercle, est placée dans la position indiquée à gauche; par la rotation de l'appareil, cette boîte est amenée au-dessous du fer à souder automatiquement, comme on peut le voir dans la partie droite de la figure.

sertissage. Dans le premier, le joint est formé par un bracelet de composition caoutchoutée, de coupe rectangulaire, fixé sur le corps de la boîte, en dessous du rebord destiné à effectuer le sertissage. Le couvercle, dont le rebord est environ deux fois plus large que celui du corps, est mis en place comme l'indique la figure 4, puis on procède à trois

⁴ M. Aurientis, directeur des usines Potin, a bien voulu nous donner de précieux renseignements sur cette question et nous l'en remercions bien vivement.

serrages successifs, qui donnent les résultats indiqués dans les figures 5, 6 et 7.

Ces serrages successifs sont obtenus au moyen de trois séries de molettes à profils différents et appropriés aux résultats à obtenir. La boîte, animée

tion du second procédé, qui assure une bonne étanchéité avec des joints à base de caoutchouc non plombifère.

On a proposé de remplacer le joint de caoutchouc par un joint en étain pur. Les figures 12 à 14

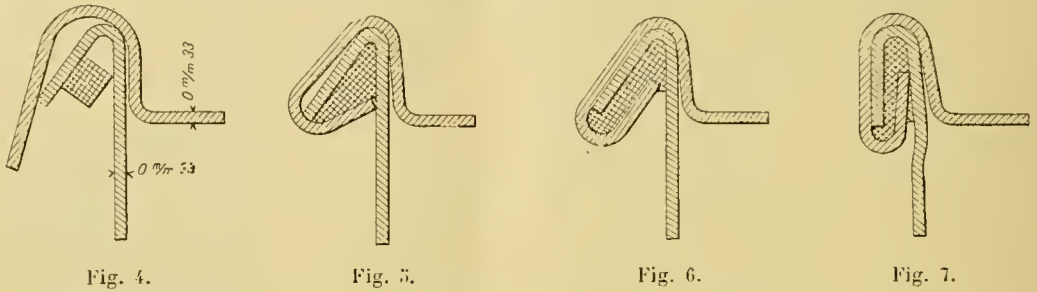


Fig. 4 à 7. — Schémas montrant les coupes successives de la boîte, de son couvercle et du caoutchouc. — A gauche, on voit le couvercle posé sur la boîte, le caoutchouc étant placé sous le rebord du corps de la boîte. Les figures 5, 6 et 7 montrent les résultats donnés par les 3 serrages successifs.

d'un mouvement rapide de rotation, passe successivement sous les trois molettes. Suivant les

montrent la manière dont s'opère le sertissage dans ce cas. Le ruban d'étain, qui est collé sur le

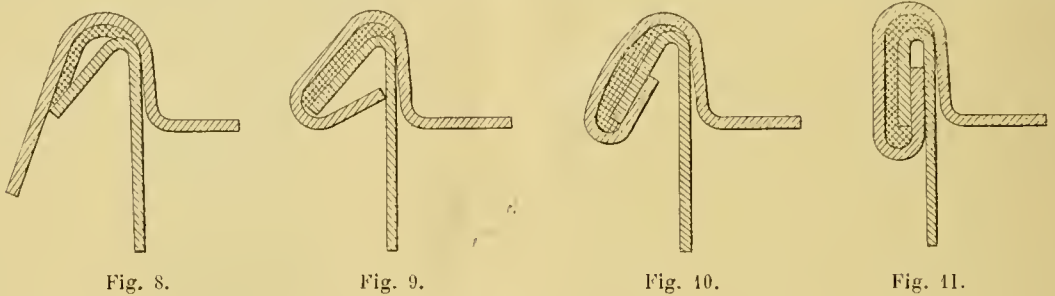


Fig. 8 à 11. — Coupe montrant les positions successives de la boîte et de son couvercle pendant le sertissage.

constructeurs, ces trois serrages successifs sont obtenus sur le même appareil ou sur trois appareils différents.

Dans le second procédé, le joint de caoutchouc, au lieu de former un bracelet entourant le haut de la boîte, présente l'aspect d'un mince ruban collé au couvercle (fig. 8), et les trois serrages successifs donnent

pourtour du couvercle, à une épaisseur de 2/10 de millimètre. Le sertissage s'opère à l'aide d'une machine spéciale qui imprime à la boîte un mouvement de rotation de 800 tours environ. Deux molettes en acier trempé, profilées convenablement, sont appliquées successivement sur la boîte et produisent le sertissage.

Les joints de caoutchouc et ceux d'é-

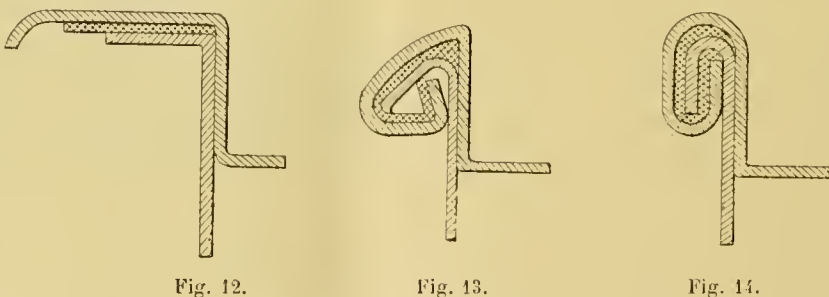


Fig. 12 à 14. — Coupes montrant la façon dont s'opère le sertissage au moyen d'un ruban d'étain.

les résultats indiqués sur les figures 9, 10 et 11.

Le premier système de sertissage donnait d'excellents résultats quand on se servait de joints de caoutchouc plombifères; il en a donné de mauvais quand on a substitué à ceux-ci des caoutchoucs non plombifères, et c'est ce qui a nécessité l'adop-

tain ne sont pas les seuls qui puissent être utilisés pour le sertissage. L'amiante en poudre fournirait, paraît-il, un joint excellent. Mais, jusqu'ici, le joint de caoutchouc est le seul dont l'emploi se soit généralisé.

Le procédé de fermeture par sertissage présente

l'avantage d'être plus pratique que la soudure. Il n'exige pas un personnel spécial dont les exigences sont parfois un obstacle à une fabrication régulière.

L'étanchéité s'obtient plus facilement par la soudure; cependant, le sertissage bien fait donne aussi d'excellents résultats.

Au point de vue économique, le prix de revient des boîtes soudées à la main est bien plus élevé que celui des boîtes serties. Le prix de revient est sensiblement le même pour les boîtes serties et pour celles qui sont soudées mécaniquement.

Voici, suivant MM. Besse et Lubin, le prix de revient comparatif

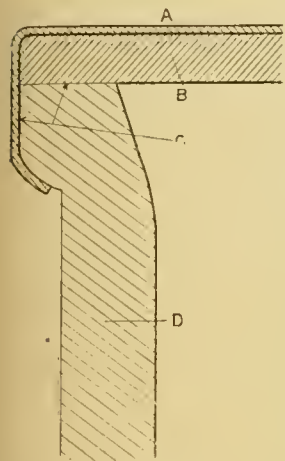


Fig. 15. — Fermeture Berthoud (grossie 2 fois). — A, capsule de fer blanc; B, disque de liège; C, face du verre dépolie; D, flacon.

de 1.000 boîtes de conserves du type de la boîte cylindrique, dite « demi-pois » (le prix du fer-blanc non compris) :

Sertissage	28 fr. 40
Soudage à la main	66 fr. 20
— mécanique	25 fr. 20

Un des inconvénients du sertissage est de ne pouvoir s'appliquer aux conserves à l'huile, car ce liquide attaque et désagrège le joint de caoutchouc. Il serait intéressant de trouver un joint assurant l'étanchéité des boîtes de conserves à l'huile.

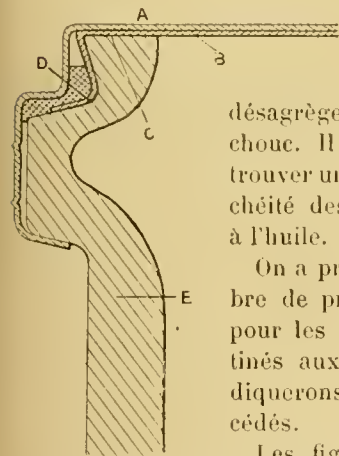


Fig. 16. — Fermeture Petit (grossie 2 fois). — A, capsule de fer-blanc; B, feuille d'étain; C, face de verre dépolie; D, rondelle en caoutchouc feutré; E, flacon.

On a proposé un grand nombre de procédés de fermeture pour les flacons de verre destinés aux conserves. Nous indiquerons quatre de ces procédés.

Les figures 15 à 18 représentant la coupe des bords munis de ces fermetures, nous en éviteront une longue description.

La fermeture Berthoud (fig. 15) s'emploie pour les flacons de compotes de fruits. Le bouchon se compose d'une capsule en métal avec un disque de liège s'appliquant sur

le goulot du flacon. Pour fermer, on porte le flacon muni de sa capsule dans une machine à sertir à molette. Le flacon tourne rapidement, en même temps que la capsule est fortement appliquée au vase de verre. On sertit ensuite la capsule métallique au-dessous du goulot.

Cette fermeture est très bonne. Elle est recommandable pour la confection des conserves de fruits rouges, car il n'y a pas de contact avec le métal et, par suite, il n'y a aucune crainte de bleuissement des sirops.

On peut reprocher à ce système le peu de facilité du débouchage.

Dans la fermeture Petit (fig. 16), sur le col rodé du flacon vient s'appliquer une capsule de fer-blanc garnie à l'intérieur d'une feuille d'étain. Une rou-

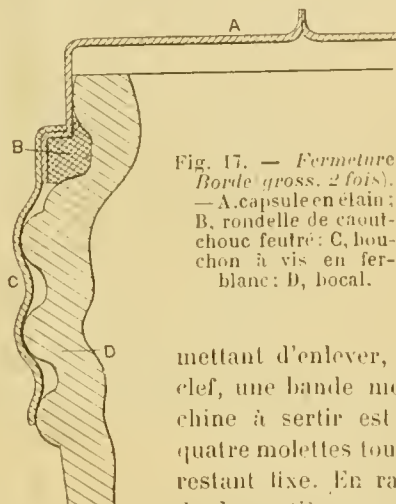


Fig. 17. — Fermeture Borde (grossie 2 fois). — A, capsule en étain; B, rondelle de caoutchouc feutré; C, bouchon à vis en fer-blanc; D, bocal.

delle en caoutchouc feutré assure l'étanchéité. Pour rendre l'ouverture facile, la capsule de fer porte deux molletages intérieurs avec une partie détachée per-

mettant d'enlever, au moyen d'une clef, une bande métallique. La machine à sertir est une machine à quatre molettes tournantes, le flacon restant fixe. En raison du contact de la matière avec l'étain, on ne peut employer cette fermeture pour les conserves de fruits rouges.

La principale critique à faire à ce système, c'est qu'il est nécessaire, pour que la fermeture soit bonne, que tous les flacons soient exactement calibrés à la verrerie. Cette uniformité est difficile à réaliser dans la pratique : aussi y a-t-il souvent des fuites au cours du sertissage ou de la stérilisation.

La fermeture Borde, ou fermeture pneumatique (fig. 17), est un peu compliquée. Il faut apporter un assez grand soin pour la réussir. Au centre de la capsule en étain se trouve un petit tube, également en étain, qui sert à l'évacuation de l'air. Quand on juge que celle-ci est suffisante, on pince le petit tube métallique pour l'obturer.

Dans ce système, il arrive que les vases de verre ne sont pas toujours bien calibrés, ce qui occasionne des fuites par suite de la mauvaise position du caoutchouc. On ne peut aussi l'employer pour les fruits rouges à cause du contact avec l'étain. Il nécessite également l'emploi d'autoelaves spéciaux.

Enfin, la fermeture Philippe (fig. 18) donne de très bons résultats; elle est facile et rapide. Pour la stérilisation des flacons bouchés par ce procédé, il est nécessaire d'employer des cages à vis de pression

pour maintenir les fermetures pendant l'ébullition.

Nous donnons, pour terminer, les coupes de deux systèmes de fermeture de terrines (fig. 19 et 20) servant à

loger les conserves de foie gras quand celles-ci sont destinées à une assez longue conservation ou qu'elles doivent être exportées.

Aucun de ces procédés de fermeture des flacons de verre n'est parfait, et il reste là un problème intéressant à résoudre. Une solution assez satisfaisante consisterait à trouver

serti, d'une manière analogue à celui des boîtes de métal.

En résumé, les desiderata de la fabrication des vases destinés à contenir les conserves alimentaires sont, pour les vases de métal, de trouver un bon vernis intérieur, et de perfectionner le sertissage pour qu'il puisse se généraliser et s'appliquer aux conserves à l'huile, et, pour les vases de verre, de trouver un bon procédé de fermeture.

§ 2. — Stérilisation.

Les boîtes ou les flacons de conserve étant préparés de manière à réaliser les conditions d'étanchéité indispensables, il faut en stériliser le contenu.

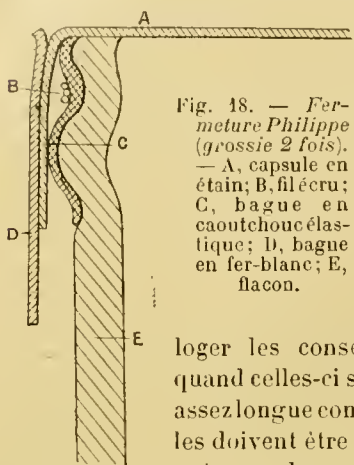


Fig. 18. — Fermeture Philippe (grossie 2 fois). — A, capsule en étain; B, fil écri; C, bague en caoutchouc élastique; D, bague en fer-blanc; E, flacon.

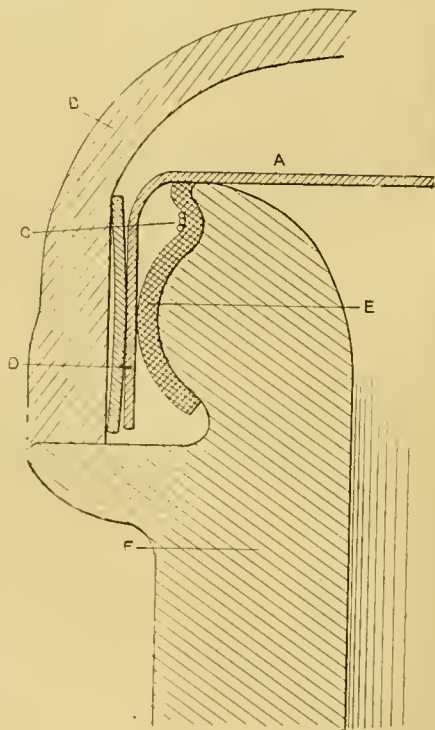


Fig. 19. — Fermeture Philippe pour terrines de foie gras (grossie 2 fois). — A, capsule en étain; B, couvercle en poterie vernissée; C, fil écri; D, bague en fer-blanc; E, bague en caoutchouc élastique; F, terrine.

un bon procédé de soudure du métal sur le verre. On pourrait alors terminer les vases de verre par un col métallique, et sur celui-ci pourrait venir s'appliquer un couvercle soudé ou

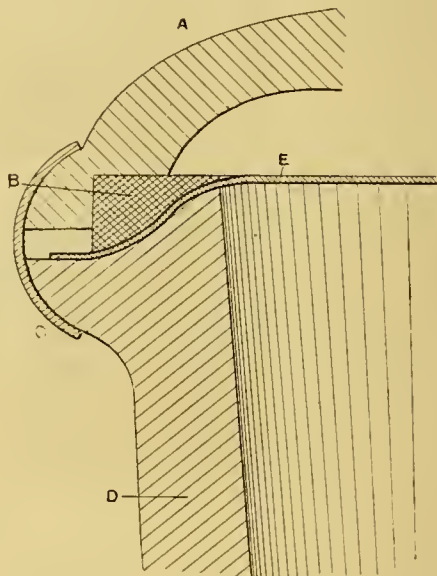


Fig. 20. — Fermeture Weissenthauer, dit bouchage Phénix (grossie 2 fois). — A, couvercle en poterie vernissée; B, rondelle en caoutchouc feutré; C, bague en fer-blanc; D, terrine; E, capsule en étain.

Cette stérilisation s'obtient par un chauffage à une température comprise entre 100 et 120° et pendant un temps qui oscille entre quelques minutes et plusieurs heures. La température et la durée de stérilisation varient, en effet, dans d'assez grandes limites, suivant la nature des substances à conserver et suivant la grosseur des boîtes. Lorsque cela est possible, il vaut mieux adopter une température de stérilisation assez élevée, car alors la durée de l'opération peut être réduite dans une grande proportion. La stérilisation à basse température a l'inconvénient d'exiger un temps très long; elle est, par conséquent, onéreuse. De plus, elle ne permet pas, autant qu'une stérilisation à plus haute température, d'éprouver le métal des boîtes.

La stérilisation à température élevée offre toujours plus de chance de réussite. On sait, en effet, que les spores de certains ferments peuvent sup-

porter une température élevée sans être tués; les spores du *Bacillus filiformis*, par exemple, ne sont tuées qu'à 120°.

Les conserves que l'on veut stériliser à la température de 100° seulement sont placées dans un bain-marie à l'air libre. Lorsqu'on stérilise à une température supérieure à 100°, on opère dans un autoclave. L'autoclave le plus communément employé a la forme d'un cylindre vertical (fig. 21), dont la hauteur dépasse peu le diamètre. La fermeture se fait au moyen d'un couvercle muni de charnières, qui s'assujettit rapidement au moyen de boulons à oreilles. Les boîtes à stériliser sont placées dans un panier métallique de forme cylindrique qui s'emboîte dans l'autoclave.

Le chauffage est obtenu par la vapeur qui circule dans un serpentín placé au fond de l'autoclave. Un manomètre indique la pression de la vapeur à l'intérieur de l'appareil; il porte comme graduation les températures d'ébullition de l'eau sous pression.

La stérilisation se pratique d'une manière très simple. Les boîtes de conserves sont rangées dans le panier métallique, et celui-ci, après remplissage, est hissé au moyen d'un palan et introduit dans l'autoclave, que l'on a partiellement rempli d'eau. On met le couvercle en place, on l'assujettit, puis on fait arriver dans le serpentín de la vapeur

sous une pression de 3 à 4 atmosphères, produite par une chaudière quelconque. L'eau entre bientôt en ébullition; on laisse pendant quelque temps la vapeur d'eau s'échapper par un robinet placé sur le couvercle de l'autoclave, de manière à purger complètement l'appareil de l'air qu'il contenait. Cette précaution est indispensable pour obtenir à la lecture du manomètre l'indication exacte de la température.

Quand on juge l'opération terminée, on arrête le chauffage, on laisse tomber complètement la pression, puis on ouvre l'autoclave et on en retire les conserves.

À la sortie de l'autoclave, les boîtes sont bombées par suite de la dilatation de leur contenu, mais, par refroidissement, ce bombage disparaît, et les fonds prennent, au contraire, une forme légèrement concave (fig.

23). C'est là le caractère des boîtes réussies; les boîtes mauvaises, que l'on nomme *boîtes-fuites*, présentent, au bout de peu de temps, un bombage plus ou moins accentué (fig. 25). Celui-ci est l'indice d'un dégagement gazeux provenant d'une fermentation; la stérilisation a été insuffisante ou il s'est produit une fuite et

une introduction de germes d'altération. En dehors des boîtes nettement bonnes et mauvaises, il y a aussi les boîtes nommées *hocheuses* (fig. 24). Les fonds de ces boîtes ne sont ni concaves ni convexes; ils cèdent alternativement l'un et l'autre

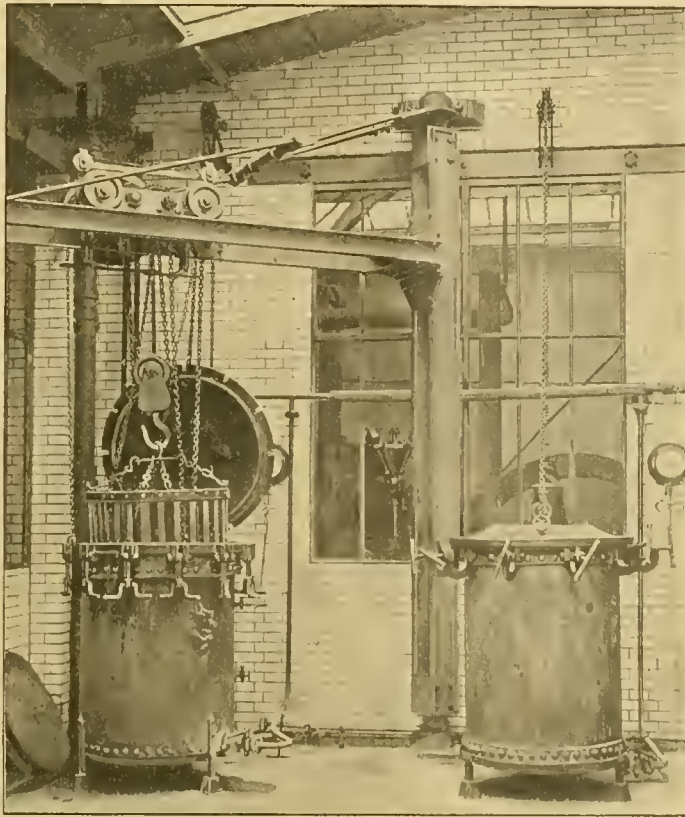


Fig. 21. — Autoclaves servant à stériliser les conserves (Usine L'élix Potin). — On voit, à gauche, un autoclave ouvert; le panier métallique servant à placer les boîtes est en partie hissé par le palan. À droite, autoclave fermé.

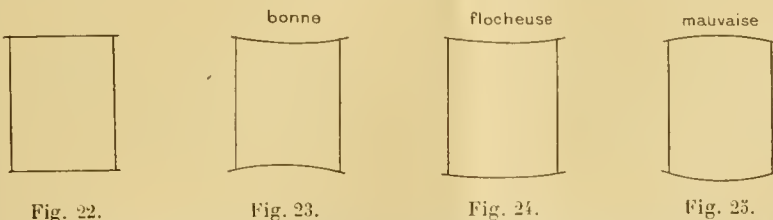


Fig. 22 à 25. — Schémas des déformations d'une boîte de conserve. — La fig. 22 montre la boîte avant la stérilisation, et les trois schémas 23, 24 et 25 font voir les divers aspects que peut présenter la boîte après stérilisation, suivant qu'elle est bonne, flocheuse ou mauvaise.

une introduction de germes d'altération.

En dehors des boîtes nettement bonnes et mauvaises, il y a aussi les boîtes nommées *hocheuses* (fig. 24). Les fonds de ces boîtes ne sont ni concaves ni convexes; ils cèdent alternativement l'un et l'autre

sous la pression des doigts. Les boîtes flocheuses sont, en général, bien stériles, et c'est, la plupart du temps, à la mauvaise qualité du métal de la boîte qu'est dû cet accident; le métal manque de résistance ou d'élasticité. Ces boîtes ne sont pas marchandes. Quand on constate leur présence dans une fabrication, il faut s'assurer si la cause n'en est pas une altération. Si la conserve est parfaitement saine et si elle est bien stérile, on peut la stériliser à nouveau après avoir piqué un fond, fait sortir l'excès de liquide ou d'air et fermé le trou par une goutte de soudure. Cette opération n'est, bien entendu, légitime, qu'autant qu'on s'est assuré de la parfaite conservation du contenu de la boîte.

Il ne doit pas, dans une fabrication normale, y avoir plus de 1 % de boîtes-fuites. Quant aux boîtes flocheuses, il ne doit pas, en principe, y en avoir.

Dans le mode de stérilisation que nous venons de décrire, on n'élimine pas l'air, comme l'a indiqué Fastier dans la modification qu'il a fait subir au procédé Appert. L'élimination de l'air se pratique dans certains cas, par exemple pour les conserves de viandes destinées à l'armée et à la marine, pour les conserves de fruits en flacons, etc.

Pour les conserves de viandes, le couvercle de la boîte porte en son centre un petit massif d'étain de forme sphérique, B (fig. 26), dont la moitié est logée dans une dépression obtenue par emboutissage, l'autre moitié faisant saillie sur le plan du couvercle. Au milieu de ce massif est ménagé un petit trou conique d'environ 2 millimètres de diamètre moyen. On chauffe les boîtes en les plongeant presque complètement dans un bain de chlorure de calcium chauffé à 120°. Le contenu des boîtes ne tarde pas à entrer en ébullition et la vapeur sort par le petit

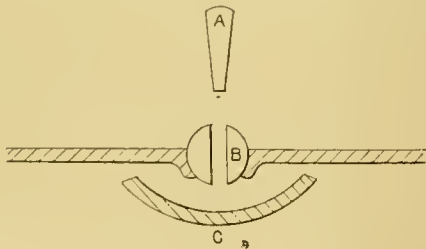


Fig. 26. — Schéma du mode d'élimination de l'air des conserves de viande. — B, massif d'étain pur percé d'une ouverture; A, cheville d'étain pur; C, capsule de fer-blanc empêchant le contenu de la conserve de venir boucher l'orifice B.

orifice du couvercle. Quand on juge l'élimination suffisante, on obture cet orifice au moyen d'une petite cheville d'étain A (fig. 26), qu'on enfonce au marteau; on passe ensuite un fer à souder pour fondre ensemble l'étain de la cheville et celui du

petit massif fixé au couvercle. On continue ensuite la stérilisation à 120°.

Pour les fruits conservés en flacon, le système Borde permet de faire l'élimination de l'air. Nous avons dit que le couvercle d'étain était muni à son centre d'un petit tube capillaire d'étain (fig. 27). Les flacons sont placés dans un bain-marie que l'on porte à l'ébullition, et, quand on juge que l'air a été éliminé suffisamment, on serre fortement le tube capillaire pour l'obturer, puis on continue la stérilisation.

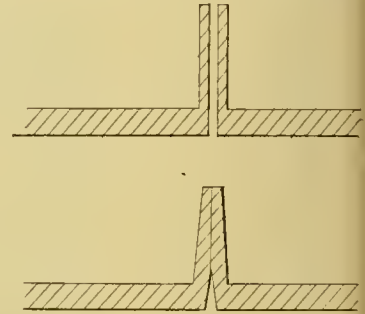


Fig. 27. — Schéma du mode d'élimination d'air des flacons de conserves de fruits. — Le schéma supérieur montre le petit tube d'étain placé sur le couvercle et servant à la sortie de l'air. Le schéma inférieur montre le même tube qui, lorsque l'air a été éliminé, a été aplati pour faire l'obturation.

Voici, à titre d'indication, les conditions de température et de durée de stérilisation de quelques-unes des principales conserves :

	TEMPÉRATURE de stérilisation	DURÉE
<i>Légumes.</i>		
Pois (boîte de 1 litre)	115°	20 min.
	ou 112°	30 —
Haricots verts (boîte de 1 litre)	ou 105°	60 —
	115°	10 —
Haricots flageolets (boîte de 1 lit.)	ou 110°	15 —
	ou 105°	30 —
Champignons (boîte de 500 gr.)	115°	25 —
	ou 110°	25 —
Sauce tomates	115°	40 —
	ou 110°	40 —
<i>Fruits.</i>		
Boîte ou flacon de verre	100°	30 à 45 —
<i>Viandes.</i>		
Boîte de 1 kilo (pour assurer la conservation pendant un an environ)	115°	1 h. 15 —
	ou 112°	2 h. —
Boîte de 1 kilo (pour assurer une plus longue conservation)	118-120°	4 h. 15 —
<i>Lait.</i>		
Flacon de verre	102-105°	15 —
	ou 108°	10 —

On sait que, pour effectuer la stérilisation, on peut, au lieu de faire une seule chauffe à une température assez élevée, faire plusieurs chauffées successives à des températures inférieures à celles nécessaires pour tuer les spores et suffisantes pour tuer les bactéries adultes ou en voie de développement; et mettre entre les chauffages des inter-

valles permettant aux spores de germer sans leur donner le temps de se reproduire.

C'est le principe de la méthode de Tyndall, que M. Rosensthiel a appliqué à la préparation des conserves alimentaires (brevet pris en 1895).

Les substances à conserver sont enfermées dans des vases clos. Elles sont stérilisées dans ces vases par des chauffages répétés à des intervalles de 12 à 48 heures. Le nombre des chauffes dépend de la température à laquelle on opère, et celle-ci est adaptée à la substance qui doit être conservée. Entre 70 et 90°, trois ou quatre chauffes suffisent. A 60-70°, il faut six chauffes, et à 53-60°, il en faut de six à douze. La durée de la chauffe est

qu'il ait d'ailleurs été appliqué à une fabrication régulière.

II. — TECHNIQUE SPÉCIALE.

Nous avons étudié, dans le précédent chapitre, les conditions générales qu'il faut réaliser pour assurer la conservation en vases fermés.

Nous devons dire maintenant quels sont les progrès qui ont été faits dans la pratique des industries de la conservation.

1. *Légumes et fruits.* — Dans l'industrie des légumes, un certain nombre d'appareils permettent

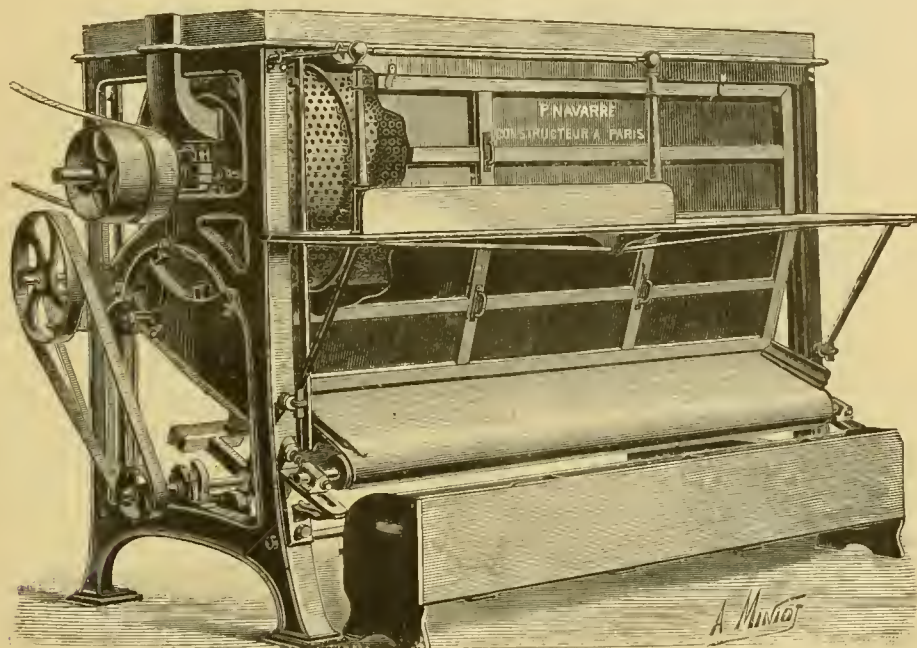


Fig. 28. — Machine Navarre à écosser les pois.

de une heure, comptée à partir du moment où l'intérieur de la masse est arrivé à la température voulue.

Le procédé Rosensthiel présente l'avantage de dénaturer beaucoup moins que le procédé ordinaire les substances alimentaires. On peut reprocher à ce dernier de cuire parfois d'une manière excessive. La stérilisation à une température inférieure à celle de la coagulation de l'albumine, appliquée aux viandes, par exemple, laisse à celles-ci un aspect bien plus voisin de celui de la viande fraîche que la stérilisation à 120°.

Par contre, le procédé Rosensthiel a le grave inconvénient d'être fort long et d'exiger un travail très compliqué, puisqu'il faut faire de trois à douze chauffes à des intervalles déterminés. Il y a là une très grosse difficulté pratique qui risque fort d'empêcher ce procédé de se répandre. Je ne crois pas

d'obtenir un travail plus rapide et plus économique; l'écosage mécanique des pois, par exemple, tend à remplacer, dans les installations d'une certaine importance, l'écosage à la main. On peut aussi effectuer mécaniquement certaines opérations pour lesquelles on employait autrefois la main-d'œuvre manuelle; le découpage des haricots verts, le dénoyautage des fruits, etc.

La machine à écosser les pois, construite par M. Navarre (fig. 28), écosse environ 750 kilos de pois à l'heure.

Le prix de revient de l'écosage mécanique (y compris la force motrice) est de 5 fr. 50 à 6 francs les 1.000 kilos de pois en cosses (soit 300 kilos de pois écosés) tandis que le prix de revient de l'écosage à la main est de 58 à 60 francs, soit dix fois plus élevé.

L'écosage mécanique a non seulement l'avant-

lage d'être économique, mais aussi celui d'exiger un personnel très restreint. Une machine à écosser 750 kilos à l'heure occupe 2 hommes et 5 femmes.

La machine à écosser se compose d'un tambour cylindrique formé d'amatures métalliques en petits fers à T sur lesquels se réunissent des toiles métalliques perforées. A l'intérieur, monté sur un arbre, sont disposés trois croisillons portant à leur extrémité des tringles en bois disposées en hélice.

Les pois sont amenés dans l'intérieur du cylindre et entraînés par un mouvement de rotation assez rapide. En même temps, et en sens inverse, tournent les tringles en bois qui, en recontrant les cosses pleines, les forcent à passer entre elles et entre les

importance, car de sa réussite dépendent l'aspect et la qualité du poisson conservé. S'il est insuffisant, la dépense d'huile peut être du double ou triple de ce qu'elle doit être normalement; de plus, le poisson manque de fermeté, et l'huile des boîtes prend un aspect trouble et boueux. Si, au contraire, le poisson est trop chauffé au séchage, les écailles se lèvent, le poisson crève et jaunit.

M. Fouché a construit, pour cette dessiccation, un séchoir méthodique à chariot dans lequel on peut effectuer le séchage avec une grande régularité.

On procède ensuite à la cuisson dans l'huile. Celle-ci se faisait autrefois dans de petites bassines chauffées à feu nu. Or, pendant la cuisson, il se

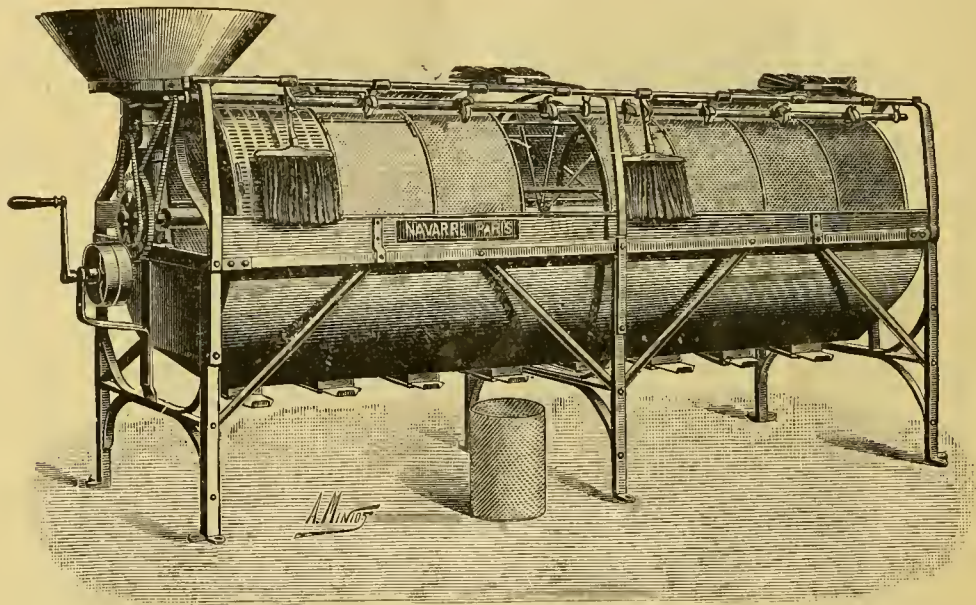


Fig. 29. — Crible Navarre pour classer les pois verts selon leur grosseur.

parois du cylindre perforé. Dans ce mouvement, les cosses se trouvent roulées sur elles-mêmes et s'ouvrent, laissant libres les grains qui traversent le cylindre métallique, tandis que la cosse continue à être entraînée et est chassée à une extrémité de la machine. Les grains tombent sur une toile écreue maintenue humide, qui les amène dans des augets en bois où ils sont recueillis pour être passés au crible classer représenté par la figure 29.

§ 2. — Poissons.

La fabrication des conserves de sardines, dont l'importance est très grande en France, a subi aussi des perfectionnements qui permettent de réaliser, dans de meilleures conditions qu'antérieurement, le séchage et la cuisson.

Cette fabrication comprend trois opérations essentielles : le séchage, la cuisson et l'ébullition.

La première opération, le séchage, a une grande

détache des poissons des débris d'écaille et des fragments de chair qui se réunissent au fond de la bassine et se carbonisent. Aussi l'huile prend-elle

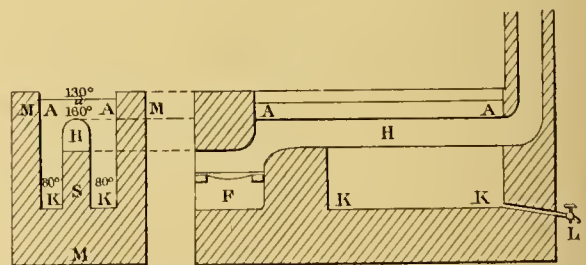


Fig. 30. — Chaudière à dos d'âne servant à faire frire les sardines destinées à être mises en boîtes.

un goût désagréable, et il faut la renouveler assez souvent.

M. de Lagillardare a réalisé un perfectionnement important en imaginant la chaudière dite « à dos

d'âne ». Cette chaudière (fig. 30) est traversée dans toute sa longueur par un bâti S, à la partie supérieure duquel se trouve le carneau H, dans lequel circulent les gaz chauds provenant du foyer. La chaudière AAKK est remplie d'huile. La partie supérieure AA, soumise directement à l'action du feu, est portée à une température de 130 à 160°; on y introduit les grils remplis de sardines à cuire. La

générateurs multitubulaires. Le chauffage à la vapeur évite les coups de feu; il est donc plus régulier et a l'avantage de noircir beaucoup moins l'huile.

Parmi les perfectionnements apportés à la fabrication des conserves de poissons à l'huile, signalons l'appareil emplisseur automatique de MM. Besse et Lubin (fig. 32). Les boîtes contenant le poisson

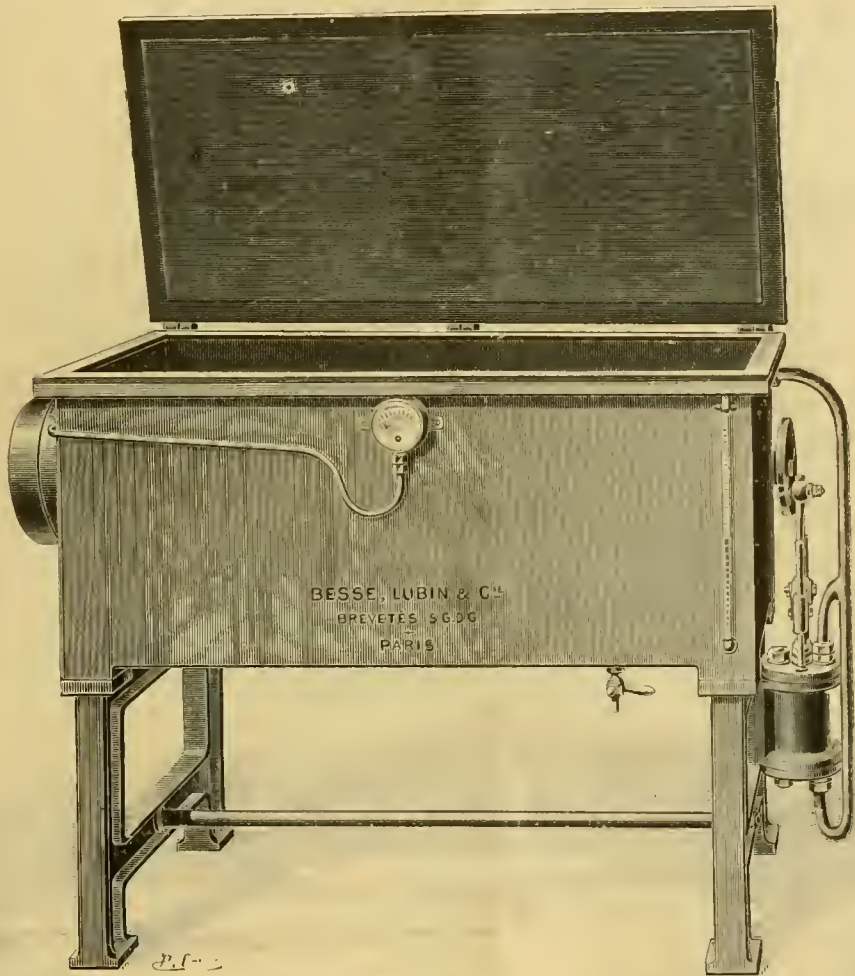


Fig. 31. — Appareil Besse et Lubin pour emplir automatiquement les boîtes de conserves d'huile.

partie inférieure de la chaudière KK n'est pas portée à une température supérieure à 80°; c'est dans cette partie que viennent s'accumuler les déchets, qui ne peuvent se carboniser.

On a perfectionné ce procédé de cuisson en adoptant le chauffage à la vapeur. Celui-ci nécessite l'emploi de générateurs à haute pression, car, pour obtenir une température de 180°, il faut de la vapeur à 10 atmosphères. On peut obtenir cette pression d'une manière pratique par l'emploi de

sont soudées, puis placées dans la grande caisse rectangulaire de l'appareil dans lequel on a placé au préalable la quantité d'huile nécessaire. On ferme l'appareil, puis on y fait le vide. Comme on a eu soin de ménager dans le couvercle des boîtes un trou de 1 millimètre, le vide se fait dans celles-ci. En faisant ensuite rentrer l'air dans l'appareil, les boîtes se remplissent aussitôt par aspiration. On enlève les boîtes, qui, pour plus de commodité, ont été disposées dans un panier métallique, et on

ferme l'orifice au moyen d'une goutte de soude.

§ 3. — Viandes.

La fabrication des conserves de viandes a été perfectionnée par M. Montupet. Voici quel est le procédé ordinairement suivi pour la fabrication des conserves de l'armée. On opère successivement : 1^o le blanchiment ou cuisson de la viande ; 2^o la stérilisation en boîtes.

On commence par préparer la viande ; pour cela, on retire les morceaux de choix et les parties grasses ; on enlève les tendons et les os, et on coupe la viande en morceaux de 500 à 800 grammes.

Le blanchiment s'opère en plaçant la viande dans des paniers en tôle perforée que l'on met dans des chaudières à double fond, chauffées par la vapeur. On met ordinairement dans ces chaudières un poids d'eau sensiblement égal au poids de la viande à cuire et l'on fait trois opérations successives de cuisson dans le même bouillon ; la première opération dure une heure, la seconde une heure un quart et la troisième une heure et demie.

On concentre ensuite ce bouillon.

On remplit les boîtes, qui doivent renfermer 800 grammes de viande (celle-ci a perdu par la cuisson de 40 à 45 % de son poids) et 200 grammes de bouillon concentré.

On stérilise les boîtes à 115-118° pendant une heure un quart au moins.

M. Montupet a remplacé fort avantageusement le blanchiment à l'eau et à l'air libre par la cuisson dans la vapeur saturée et en vase clos.

Ce mode de cuisson présente l'avantage de donner un bouillon déjà très concentré, qu'on amène

à la concentration définitive par évaporation dans le vide.

L'autoclave servant à la cuisson est vertical (fig. 32). La viande est disposée sur les plateaux perforés d'un grand panier métallique. On chauffe à 115° pendant une heure au moyen de la vapeur. On retire la viande cuite, ainsi que le jus qu'elle a produit. On laisse refroidir celui-ci pour le débarrasser de la graisse,

puis on le concentre. L'appareil à concentrer (fig. 33) se compose d'un évaporateur R à double enveloppe E remplie en partie d'eau, muni à la partie inférieure d'un serpentin de vapeur S. Il est surmonté d'une tubulure T, reliée au réfrigérant F. Ce réfrigérant se compose d'un serpentin et d'un récipient P muni d'un tube de niveau NN.

Le bouillon à concentrer est introduit dans le récipient R. On ferme celui-ci et on fait arriver la vapeur par le serpentin S. On porte le bouillon à l'ébullition et on continue celle-ci jusqu'à ce que la vapeur sorte d'une manière ininterrompue par la tubulure E'. On ferme alors cette tubulure E', et on ouvre le robinet G d'entrée d'eau froide dans le réfrigérant. Cette eau condense la vapeur

qui existe dans le récipient P et dans le serpentin F, et produit un vide plus ou moins grand, qui permet de concentrer le bouillon à une température inférieure à 100°. On extrait l'eau condensée dans le récipient P au moyen d'une pompe.

On concentre le bouillon au tiers de son volume ; il pèse alors 5° Baumé à la température de 20°.

On remplit ensuite les boîtes en mettant dans chacune d'elles la quantité voulue de viande et de bouillon ; on soude et on stérilise.

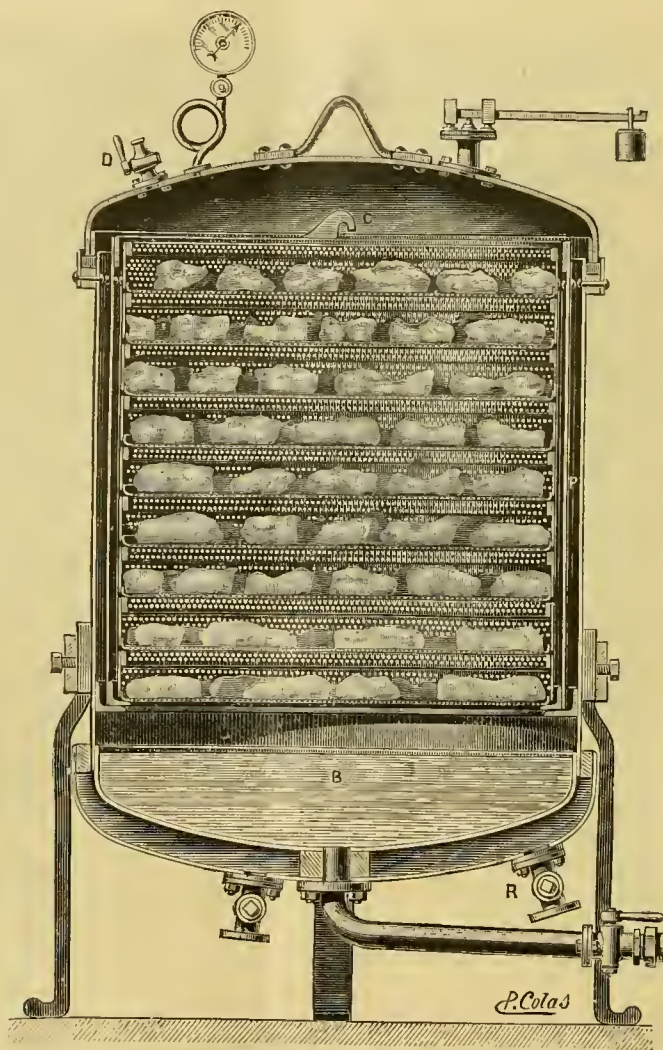


Fig. 32. — Appareil Montupet pour cuire les viandes sous pression.

§ 4. — Lait.

La conservation du lait présente un grand intérêt en raison de la facilité avec laquelle s'altère cet utile aliment. Mais cette conservation est difficile à réaliser dans de bonnes conditions. En effet, quand on soumet le lait à la température de 108 à 110°, nécessaire pour assurer la stérilisation, le lait

sente presque toujours les inconvénients que nous avons signalés.

Le procédé Kuhn est préférable. Il consiste à opérer la stérilisation dans un grand cylindre à l'intérieur duquel est disposé un faisceau tubulaire. Le faisceau tubulaire est argenté extérieurement et le cylindre intérieurement. On remplit le cylindre de lait, puis on fait circuler de l'eau chaude

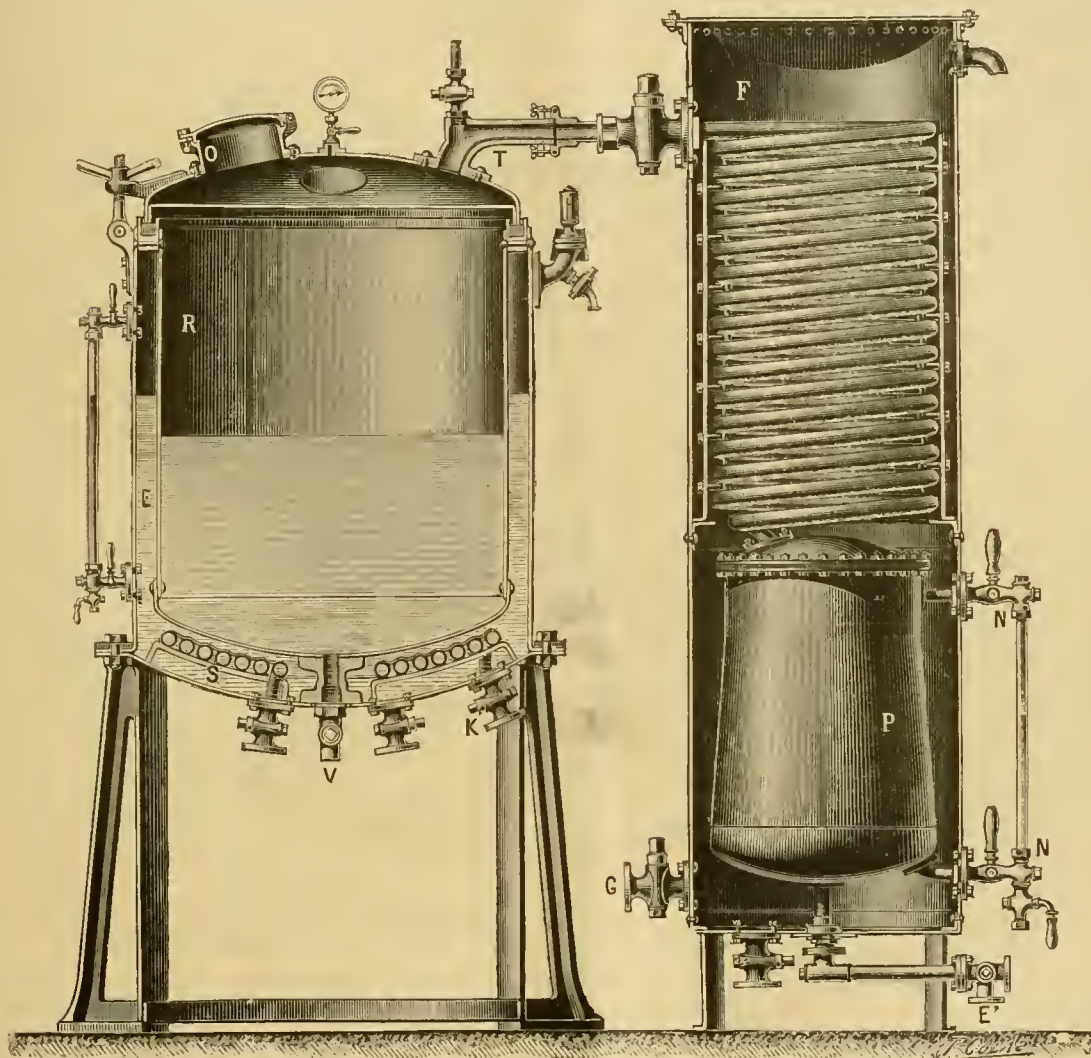


Fig. 33. — Appareil Montupet pour concentrer le bouillon dans le vide.

jaunit ou brunit légèrement et il prend un goût de cuit; il perd donc les qualités qui le rendent appétissant, sa belle couleur blanche et son goût naturel.

On prépare dans l'industrie des laits stérilisés et des laits concentrés sucrés ou non sucrés en boîtes métalliques.

Les laits stérilisés se préparent le plus généralement en bouteilles munies d'une fermeture hermétique, et la stérilisation s'opère directement sur le lait en bouteille. Dans ces conditions, le lait pré-

dans le faisceau tubulaire. Le lait se dilate et fait pression sur lui-même. On laisse s'écouler une petite quantité de lait, de manière à obtenir une pression de 3 à 4 atmosphères à une température de 108-110°. Dès que la stérilisation est obtenue, on cesse de faire arriver de l'eau chaude et on remplace celle-ci par de l'eau froide, de manière à ramener le lait le plus rapidement possible à la température ordinaire. On soutire alors aseptiquement le lait dans des bouteilles, bidons, etc.

La fabrication du lait concentré se pratique sur une grande échelle en Suisse et aux États-Unis. On en prépare aussi en Suède et en Norvège. En France, cette fabrication n'a pas pris encore une grande extension, et cependant nous sommes placés à ce point de vue dans une situation très favorable. C'est la préparation du lait concentré additionné de sucre qui est de beaucoup la plus importante. On cherche à développer la fabrication du lait concentré non sucré, qui se rapproche beaucoup plus du lait naturel que le lait concentré sucré, mais, outre que la fabrication du lait concentré non sucré est plus difficile, ce lait ne reste pas aussi homogène que le lait concentré sucré, qui a une consistance visqueuse

Quelle que soit la nature du lait concentré qu'on se propose de préparer, il est nécessaire de partir d'un lait très sain, frais, résistant bien à la coagulation. Aussi est-il de toute nécessité d'en faire l'essai préalable. Il faut aussi y doser le beurre, car les laits riches en beurre se prêtent mal au travail de la concentration; dans le cas de laits riches, on écrème partiellement. Le

lait est additionné de 12 à 13 % de sucre. On concentre ensuite dans de grands appareils à vide analogues aux cuiseurs de sucrerie; l'ébullition a lieu vers 50° (fig. 34). La concentration est terminée quand la densité est de 1,300. Il faut atteindre cette densité pour que le lait ait la consistance mielleuse exigée, et il ne faut pas la dépasser pour éviter la cristallisation du lactose. On fait refroidir,

puis on met en boîtes. 100 litres de lait donnent 70 boîtes d'une livre anglaise (450 grammes), ce qui correspond à un rendement de 31,5 % en poids.

Dans un prochain article, nous examinerons le développement pris par l'industrie dont nous venons d'étudier la technique, et nous essaierons aussi d'indiquer l'im-

portance des problèmes d'Hygiène qui s'y rattachent.

X. Rocques,

Ingénieur-Chimiste;
Ancien Chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

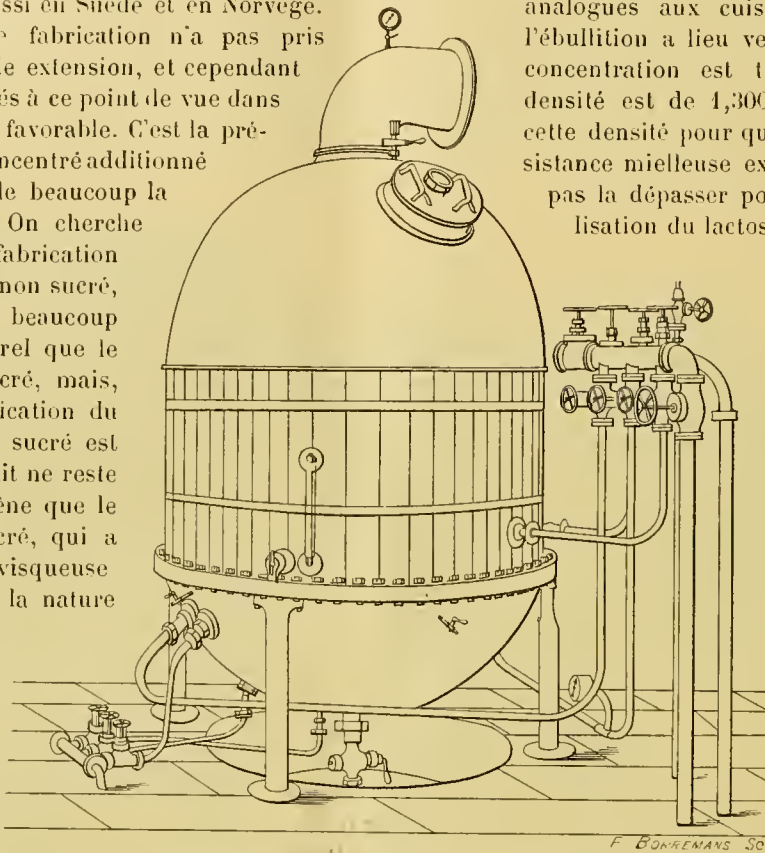


Fig. 34. — Appareil pour concentrer le lait dans le vide.

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

L'année 1900 a vu beaucoup de Congrès; il n'y a pas eu de Congrès astronomique proprement dit. Comme dédommagement, nous avons eu une magnifique réunion pour la Physique, sous la présidence de M. Cornu. M. Ch.-Ed. Guillaume et M. Lucien Poincaré ont déjà publié les Rapports présentés au Congrès : ces Rapports occupent trois volumes.

MM. Guillaume et Poincaré¹ ont donné ici même une idée des questions qui y ont été traitées, en particulier de ce qui pouvait présenter un

intérêt spécial pour l'Astronomie et la Physique générale.

I

La Conférence astronomique internationale de la Carte du Ciel, qui s'est tenue à Paris, à l'Observatoire, sous la présidence de M. Lœwy, a emprunté aux circonstances une importance particulière. En dehors des mesures à prendre pour assurer le succès de la Carte du Ciel, le grand problème de la détermination de la distance de la Terre au Soleil ou, comme on dit, de la parallaxe solaire, au moyen des observations d'Eros, a sollicité l'attention de la Conférence. M. Lewy a certainement beaucoup

¹ CH. ED. GUILLAUME et L. POINCARÉ : Le prochain Congrès international de Physique, dans la *Revue* du 30 mai 1900, t. XI, p. 669 et suiv.

contribué, par son activité scientifique, à la réussite d'une belle entreprise astronomique, sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure.

Je voudrais faire remarquer, en passant, à propos de la Carte du Ciel, fruit de l'initiative de l'amiral Mouchez, combien l'idée de coopération a fait de progrès parmi les astronomes depuis une quinzaine d'années. A l'origine, les meilleurs esprits concevaient quelques doutes sur la réalisation du projet de l'amiral ; aujourd'hui, nous voyons avec quel empressement se produit le concert désiré. La science est dès lors en mesure d'attaquer des problèmes qu'on aurait jadis qualifiés de chimériques. C'est ainsi que M. J.-C. Kapteyn, de Groningue, dont le nom fait autorité, juge possible d'aborder aujourd'hui la détermination des parallaxes des 800.000 étoiles inférieures à la dixième grandeur, avec une erreur probable de $0^{\prime\prime},025$. Il estime qu'une telle entreprise ne demanderait pas plus de temps et d'efforts que la Carte du Ciel et nous fournirait des matériaux suffisants pour l'étude des parties de l'Univers stellaire les plus voisines de notre système. C'est aussi aux efforts réunis du Dr Kapteyn et de sir David Gill, directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance, que nous devons ce que les astronomes appellent la *Durchmusterung* photographique du Cap, catalogue des positions approchées des étoiles du ciel austral, indispensable à tout astronome observateur de l'autre hémisphère.

A peine les astronomes avaient-ils fini que les membres du Congrès de Chronométrie prenaient possession de la grande salle de l'Observatoire. Le Congrès s'est tenu du 28 juillet au 4 août, sous la présidence de M. Caspari, l'un de nos vice-présidents. Les procès-verbaux sommaires font désirer une publication *in extenso* dans un délai rapproché. Plusieurs des communications, une en particulier de M. Ch.-Ed. Guillaume sur l'ensemble des propriétés des aciers-nickels susceptibles de trouver des emplois importants en horlogerie, offrent le plus grand intérêt.

Une place à part doit être faite à la treizième Conférence de l'Association géodésique internationale, qui s'est tenue à Paris du 5 septembre au 6 octobre, sous la présidence de M. Faye. Il faut lire dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* la note que lui a consacrée M. Bouquet de la Grye¹.

L'Association, d'européenne qu'elle était d'abord, est devenue universelle ou *mondiale*, pour employer une nouvelle expression, par l'adhésion des États-Unis, du Mexique, du Japon et en dernier lieu de l'Angleterre. L'Association comprend aujourd'hui

21 États ; il ne reste en dehors d'elle que la Chine, avec la Corée et le royaume de Siam, puis les Républiques de l'Amérique Centrale et du Sud.

Je ne puis qu'énumérer en passant quelques-unes des questions abordées au cours de séances qui ont laissé dans l'esprit de tous un souvenir ineffaçable : la haute situation des délégués, l'élevation de leur langage empreint d'une sincère cordialité, les grands intérêts en jeu, tout cela faisait penser à ces congrès fameux où sont débattues les destinées des empires.

Sir David Gill, directeur de l'Observatoire du Cap, est venu présenter un projet de mesure d'un arc de méridien partant de l'extrémité sud de l'Afrique et aboutissant à Alexandrie. La différence en latitude est de 66° , et rien ne s'opposera ensuite au prolongement du réseau à travers l'Asie Mineure, pour aboutir en Russie, au 66° degré de latitude nord.

Il a été parlé par M. Backlund, directeur de l'Observatoire Central Russe, d'une autre grande entreprise qui se poursuit dans les glaces du Spitzberg, et qui met à une rude épreuve l'énergie et la persévérance des savants russes et suédois. Malgré les dangers et les difficultés de toutes sortes, le dévouement des observateurs va permettre de réaliser la mesure d'un arc de méridien d'une longueur supérieure à celle de l'arc de Laponie, dû jadis à des savants français qui s'appellent Maupertuis et Clairaut.

Dans la première séance, M. Leygues, ministre de l'Instruction publique, qui la présidait, assisté de ses collègues de la Guerre et des Travaux publics, avait, dans un éloquent discours, en souhaitant la bienvenue aux délégués, annoncé la volonté du Gouvernement français de procéder à une nouvelle étude de l'arc du Pérou, opération demandée depuis dix ans par l'Association.

Le général Bassot, qui aura la haute direction de cette grande opération, nous a montré combien la renommée scientifique de la France était intéressée à cette nouvelle mesure de l'arc du Pérou ou de Quito, avec quelles difficultés de toutes sortes on aurait à lutter, difficultés de nature à paralyser les efforts de savants qui ne seraient pas en même temps doués de qualités exceptionnelles d'énergie et d'endurance. L'entreprise se poursuivra par les soins du Service Géographique de l'Armée, sous les auspices de l'Académie des Sciences, et, pour commencer, celui de ses membres qui possède la plus haute autorité scientifique, je veux dire M. H. Poincaré, a reçu la mission de rapporteur. Sans perdre de temps, M. Poincaré s'est attaqué aux questions à l'ordre du jour de la haute géodésie : les perturbations de la gravité et les déviations de la verticale. La *Revue* a publié *in extenso*, dans son numéro du 15 août

¹ Voyez aussi G. PERRIER : La treizième Conférence géodésique de l'Association géodésique internationale, dans la *Revue* des 15 et 30 novembre 1900.

dernier, son Rapport à l'Académie des Sciences¹.

Cet arc de Quito, à la mesure duquel nos officiers vont se consacrer, sous la direction du commandant Bourgeois, chef de la Section géodésique², peut être considéré comme un chaînon d'un réseau qui, partant de l'Océan Arctique, s'étendrait jusqu'au cap Horn, embrassant un arc de méridien de 120°. Au Nord, les ingénieurs du *Coast Survey* viennent d'achever de grands travaux; il y a peu de semaines étaient publiés les résultats définitifs concernant deux arcs d'une étendue inusitée: un arc de parallèle, par 39° de latitude, qui s'étend de la côte orientale de l'Atlantique jusqu'au Pacifique, avec une amplitude de 49° et un développement de plus de 4.000 kilomètres; un second arc qui rattache le golfe du Mexique au Canada. Ils laissent aux Canadiens le soin de prolonger le réseau plus au Nord. Le Mexique, de son côté, poursuit, sous la direction d'un Institut géographique, des travaux de même nature. Il serait à désirer que les gouvernements de l'Amérique du Sud se rattachent officiellement à l'Association géodésique.

Dans cette énumération rapide des grands travaux géodésiques de notre époque, ne saurait être omise l'œuvre, tout récemment achevée, de l'un des vétérans de la Science, M. Oudemans: la triangulation de l'île de Java, poursuivie pendant de longues années, en tenant compte des exigences scientifiques de l'ordre le plus élevé.

Bien des questions d'ordre plus spécial ont retenu l'attention du Congrès. Nous citerons la variation des latitudes traitée dans le Rapport de M. Albrecht, des communications de M. Cornu sur un appareil appelé par lui *nadirvozenithal*, et de M. Ch.-Ed. Guillaume sur l'utilisation des alliages d'acier et de nickel en Géodésie, le Rapport du Dr Helmer, directeur du Bureau central de l'Association, sur l'intensité de la pesanteur; enfin, les questions qui se rattachent aux marées et au nivellement de précision ont été traitées par M. G.-H. Darwin, l'un des fils du grand naturaliste, délégué de l'Angleterre, et par M. Lallemand, qui a été chargé de faire, pour la prochaine Conférence, un exposé général des recherches concernant les opérations de nivellement.

II

M. Lœwy a eu la bonne idée de profiter de la présence à Paris des astronomes réunis à l'occasion de la Carte du Ciel, pour élaborer et fixer le programme des observations d'Eros, pendant l'opposition très favorable qui vient d'avoir lieu. Il s'agis-

sait d'obtenir une détermination de la parallaxe solaire d'une précision exceptionnelle, au moyen des mesures micrométriques ou photographiques de la planète, prises soit le matin et le soir dans un même observatoire, soit dans des observatoires appartenant aux deux hémisphères, à des latitudes très différentes. Le programme comprenait, en outre, la détermination des positions d'un nombre assez considérable d'étoiles de comparaison.

Pour faciliter la coopération de la trentaine d'observatoires qui avaient promis leur concours, M. Lœwy a publié, au nom d'un Comité spécial, une série de circulaires, contenant soit des renseignements utiles aux observateurs, soit des communications provisoires de ceux-ci concernant leurs mesures. On y voit que M. Hermann Struve, à Königsberg, digne héritier d'un nom illustre, par une seule mesure complète, en suivant la méthode de la parallaxe diurne, obtient la parallaxe solaire avec une incertitude moindre que 0",03. MM. Henry ont, d'autre part, fait des recherches sur la précision qu'on peut attendre des mesures des épreuves photographiques: l'incertitude semble du même ordre que pour les mesures directes de M. Struve: elle paraît devoir augmenter notablement pour les étoiles de comparaison d'éclat très faible.

Le résultat final, je veux dire une détermination de la parallaxe solaire plus précise et plus sûre que celle que nous possédons aujourd'hui, ne sera, je serais disposé à le penser, que le moindre bénéfice de l'entreprise. Il résultera, sans doute, de la comparaison de tous les résultats obtenus par les différents procédés une série d'indications précieuses de nature à assurer un progrès marqué des méthodes d'observation, tant visuelles que photographiques.

Mais la tâche de disculper toutes les observations sera fort lourde; elle nécessitera une forte dépense et exigera beaucoup de temps. M. Lœwy n'a pas craint, au nom du Comité international, d'en réclamer la responsabilité.

Eros nous ménageait encore des surprises: sa variation d'éclat, qui avait plus ou moins frappé les observateurs dès le début, a été mise ensuite hors de doute, et ce qu'on appelle la courbe lumineuse est connu d'une manière assez approchée. Des estimations de MM. J. Guillaume, Le Cadet et Luizet à l'Observatoire de Lyon; Montangerand et Rossard, à Toulouse; Deichmüller, à Bonn..., auxquelles il faut ajouter, entre autres, une belle série due à M. Hartwig, à Bamberg, et comprenant un très long intervalle, il résulte une durée de la période voisine de 2h. 38 m. 25 s., avec une amplitude atteignant une grandeur. M. André, directeur de l'Observatoire de Lyon, a indiqué qu'Eros peut être regardée comme une planète double qui doit

¹ Voir la *Revue* du 15 août 1900, t. XI, p. 923 et suiv.

² Voir, pour plus de détails, la *Revue* du 30 mars 1901, t. XII, p. 249.

la plus grande partie de sa variation lumineuse actuelle aux éclipses réciproques de ses deux composantes. Cette explication a paru peu probable à quelques-uns; cependant, le savant le plus autorisé dans la matière, M. E.-C. Pickering, ne rejette point les idées de M. André. Tout n'est pas encore élucidé dans cette question, qui touche de près, on le conçoit, à la Cosmogonie.

Je puis citer cette année comme s'étant livrés, à l'égard des petites planètes, à des recherches statistiques intéressant la Cosmogonie, M. de Freycinet, le colonel du Ligondès et M. Jean Mascart. A coup sûr, la séance de l'Académie où l'illustre homme d'Etat exposa à ses confrères les conclusions d'une étude qui complétait les indications de Laplace, fut remarquée; les journaux en parlèrent. Il paraît par là qu'un philosophe ne peut s'en tenir au terre à terre des questions de détail et des notions susceptibles d'une vérification mathématique immédiate; il lui faut s'élever plus haut, au risque de perdre contact avec les faits d'expérience. Cependant, j'ai entendu M. Bertrand, l'illustre secrétaire perpétuel dont nous déplorons la perte, déclarer qu'il faisait bon marché de la célèbre note finale de l'Exposition du système du Monde de Laplace. Les tendances actuelles, ce goût qui nous a pris pour le fait d'expérience, je dirais pour les possibilités dont le lien logique nous échappe, et, par une suite naturelle, l'espèce de discrédit où est tombé ce qu'on appelait la théorie pure, tout cela paraissait à M. Bertrand le signe de dispositions fâcheuses de la part des écoles d'aujourd'hui. Quoi qu'il en soit, les astronomes sentent, depuis une vingtaine d'années, s'ouvrir, grâce à la plaque photographique et au spectroscopie, une ère nouvelle pour l'astronomie sidérale. M. Ch. André a été très heureusement inspiré en composant un traité destiné à initier le lecteur français aux plus récentes conquêtes de la science.

111

L'étoile de Tycho-Brahé, parue en 1572 dans Cassiopée, plus brillante que Jupiter, et visible pendant seize mois à l'œil nu; l'étoile de Képler, dans Ophinchus, en 1604, à peu près aussi brillante que celle de Tycho et visible pendant deux ans, sont les manifestations les plus connues de cette curieuse classe de corps célestes, qu'on appelle étoiles nouvelles ou *Novæ*.

C'est à l'occasion de la neuvième découverte de ce genre, pour T Couronne Boréale, aperçue en 1866 par l'astronome amateur Birmingham, que l'on commença, grâce aux indications fournies par le spectroscopie, entre les mains du D^r Huggins, à obtenir des renseignements précis. T Couronne,

avant et après l'illumination subite qui en fit pendant quelques jours une étoile de deuxième grandeur, était une des étoiles anonymes des zones d'Argelander. Son spectre, soigneusement étudié par Huggins, accusait fortement les raies brillantes de l'hydrogène, comme s'il s'agissait d'un soleil tel que le nôtre, avec, sur toute sa surface, des explosions ou protubérances d'hydrogène incandescent.

La *Nova*, découverte ensuite par Schmidt, à Athènes, en 1876, a une histoire analogue. Son spectre a été étudié par notre collègue M. Cornu, puis par M. Vogel, de Potsdam, avec ce résultat que le spectre, qui présentait l'apparence de deux spectres superposés, l'un continu, l'autre formé de raies brillantes, se rapprocha de plus en plus, après la période du maximum, de celui des nébuleuses. Nous voyons par là un mode de transition entre deux classes de corps, qui paraissent d'abord irréductibles l'une à l'autre.

A partir de 1893, la photographie est venue en aide à l'observation directe, et les découvertes se sont multipliées. Il est hors de doute que les *Novæ* ne se montreraient pas trop rares si l'on pouvait suivre de près toutes les petites étoiles faibles; et il est aisé de pressentir l'importance, à ce point de vue, de la photographie continue de l'ensemble du ciel, à intervalles aussi rapprochés que possible, telle qu'elle a été organisée, pour les deux hémisphères, par l'éminent directeur de l'Observatoire de Cambridge (États-Unis), M. E.-C. Pickering.

Je dois entrer dans quelques détails en parlant de la dernière découverte due au D^r Anderson, d'Édimbourg, qui a signalé le 21 février 1901, au commencement de la soirée, la *Nova* de Persée et a estimé sa grandeur de 2^m,7 environ.

Dans une circulaire (n° 56), issue de l'Observatoire du Collège Harvard, M. E.-C. Pickering résume ce que les plaques du Service de photographie continue du Ciel nous indiquent pour la période antérieure au 22 février. Il se trouve que des plaques de la région de la *Nova* ont été prises les 2, 6, 8, 18 et 19 février. Aucune étoile de onzième grandeur n'était visible à la place en question.

Les plaques prises à la lunette Bache, de 8 pouces, les 6 et 8 novembre et le 12 décembre 1887, n'indiquent rien. Aucune trace du même objet ne se rencontre sur une plaque prise avec la lunette Bruce de 24 pouces, le 18 octobre 1894, tandis que les étoiles de 12^m,5 sont bien visibles.

Il paraît donc qu'à la date du 19 février 1901 et antérieurement, l'étoile était invisible, ou du moins plus faible que la 11^e grandeur. Le 21 février, sa grandeur était 2^m,7, d'après M. Anderson. Le 22 février, elle était de 0^m,5, et, après avoir augmenté sans doute un peu d'éclat le 23, elle diminuait et

tombait le 25 février à 1^m,4. Son spectre, les 22 et 23 février, était du type d'Orion, à peu près continu, traversé par de fines raies sombres. Dans les vingt-quatre heures qui ont suivi, un changement extraordinaire se manifesta, de sorte que le 24 février, le spectre ressemblait à celui des autres *Nova*. Il était traversé par des bandes brillantes et sombres, et les principales raies sombres étaient accompagnées de raies brillantes du côté le moins réfrangible.

Sur les huit *Nova* qu'on a vues depuis quatorze ans, M. Anderson a découvert les deux plus brillantes, celle du Cocher, en 1892, et celle dont il s'agit aujourd'hui; toutes les autres proviennent de l'examen, fait par M^{me} Fleming, des photographies du *Draper Memorial*.

Pour la *Nova* de l'Aigle, en 1899, la photographie continue du ciel a aussi permis de reconstituer son passé. On n'a pu la voir sur des plaques prises le 1^{er} novembre 1898 et auparavant, là où des 13^m étaient visibles. Le 24 avril 1899, elle était de 7^m. On la note sur 18 photographies prises pendant l'été, et le 27 octobre 1899, elle était de 10^m. En juillet 1900, quand on la découvrit, elle était comparable à une étoile de 12^m. Les raies brillantes H ζ , H ϵ , H δ , H γ , 4693, H β et la raie des nébuleuses 5007 se montrèrent dans le spectre photographié le 3 juillet 1899. Finalement, les raies se réduisaient, le 27 octobre 1899, à H γ et à 5007, de sorte que le spectre était devenu celui d'une nébuleuse gazeuse.

Il est malaisé de préciser les idées que les astronomes se font de ces phénomènes. Il peut y avoir — c'était sans doute le cas pour la *Nova* du Cocher, — des protubérances ou explosions gigantesques sur un corps unique, avec un caractère de persistance plus ou moins marqué, dont le Soleil a offert parfois des exemples; mais aussi, à en juger par les indications dues à l'emploi du principe de Doppler-Fizeau, il pourrait y avoir plus d'un corps. M. Vogel (*Astronomische Nachrichten*, n° 3693) assigne une vitesse d'environ 700 kilomètres par seconde à l'ensemble des raies du spectre autres que les deux H et K du calcium auxquelles correspondrait une vitesse beaucoup plus faible: il y aurait donc au moins deux corps; c'est aussi l'opinion de M. Deslandres dans ses premières notes des *Comptes rendus*. M. George E. Hale, dans

le *Bulletin* n° 16 de l'Observatoire Yerkes, insiste sur l'analogie avec la *Nova* du Cocher.

Les étoiles nouvelles appartenant pour les trois quarts à la Voie lactée, là où la densité stellaire est plus forte, la supposition de collisions de masses cosmiques animées de vitesses différentes est toute indiquée. Toutefois, les vitesses énormes qu'il faudrait attribuer aux corps en mouvement, comparables à un millier de kilomètres par seconde, d'après l'intervalle des raies, paraissent excessives. Il est vrai que la variation de longueur d'onde peut résulter, d'après les expériences de Humphreys et Möhler (1896), d'une forte pression. M. Wilsing, en faisant éclater l'étincelle disruptive dans un liquide entre des électrodes métalliques ou des électrodes de charbon, a constaté que l'aspect caractéristique des spectres des étoiles nouvelles: raies doubles, composées d'une raie brillante déplacée vers le rouge, et d'une raie noire déplacée vers le violet, peut s'expliquer par l'influence de pressions anormales, développées subitement dans l'atmosphère d'un corps céleste à noyau incandescent, aussi bien que par les phénomènes que provoquerait le conflit de deux corps. Rien n'empêche d'ailleurs de faire intervenir les deux causes à la fois.

En résumé, la Nouvelle découverte par le Dr Anderson a commencé par ressembler à la Nouvelle du Cocher; peu après s'est accusé le spectre caractéristique des raies doubles. Dans la dernière période, l'éclat de la Nouvelle a diminué lentement, non pas d'une manière continue, mais en subissant des variations périodiques assez régulières, et son spectre, malheureusement difficile à observer, a offert, comme dans plusieurs cas antérieurs, les particularités des spectres des nébuleuses, état vers lequel tendent, pourrait-on croire, les Nouvelles.

Avec le temps seront précisées les indications précédentes; l'étude des détails de l'univers sidéral ne fait que de commencer¹.

O. Callandreau,

Membre de l'Institut.
Astronome à l'Observatoire de Paris.

¹ Cet article reproduit avec quelque développement une conférence de l'auteur récemment donnée à la réunion annuelle de la Société Astronomique de France.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Buhl (A.). — Sur les équations différentielles simultanées et la forme aux dérivées partielles adjointe. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 broch. in-8°. (Naud, éditeur. Paris, 1901.)

Tous les mathématiciens connaissent le théorème de Poisson que Jacobi a qualifié de *théorème prodigieux et sans exemple*. Ce théorème, qui a fait l'objet de nombreux travaux, donne une troisième intégrale d'un système spécial d'équations différentielles appelé *système canonique*, dès qu'on connaît deux intégrales de ce système.

M. Buhl s'est proposé de découvrir pour un système quelconque d'équations simultanées, *non canonique*, un théorème général analogue à celui de Poisson. Le fait qu'il doit exister un théorème de ce genre résulte de ce qu'un système quelconque d'équations différentielles peut toujours, comme l'a montré M. Koenigs, être réduit à la forme canonique. Mais cette réduction entraînant des calculs souvent très longs quand on ne veut pas, comme l'avait fait Liouville, introduire des variables parasites, il est évidemment du plus haut intérêt de posséder un théorème immédiatement applicable à des équations de forme quelconque.

M. Buhl est arrivé à énoncer ce théorème général sous une forme des plus simples. Etant donné un système d'équations différentielles

$$(1) \quad \frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \dots = \frac{dx_n}{X_n},$$

M. Buhl associe aux fonctions X_1, X_2, \dots, X_n d'autres fonctions Y_1, Y_2, \dots, Y_n dites *adjointes*, qui possèdent la propriété suivante : Si F est une intégrale du système (1), l'expression

$$Y_1 \frac{dF}{dx_1} + Y_2 \frac{dF}{dx_2} + \dots + Y_n \frac{dF}{dx_n}$$

en est une autre; inversement à tout système (1) qu'on sait intégrer, correspondent une infinité d'autres systèmes admettant X_1, X_2, \dots, X_n pour fonctions adjointes.

M. Buhl, après avoir établi les propositions fondamentales, en discute l'application et en indique des exemples. Il fait voir sommairement comment cette étude se rattache à la théorie des groupes de Lie et réserve le développement de cette idée pour un autre Mémoire.

Le travail de M. Buhl fait faire un progrès à la théorie des équations différentielles ordinaires : il constitue un pas en avant dans un domaine exploré par Poisson, par Jacobi, par Joseph Bertrand, par Sophus Lie; il paraît appelé à rendre des services dans l'intégration des équations de la Mécanique céleste.

M. Buhl a communiqué son théorème à l'Académie des Sciences en février 1901; il est juste d'ajouter que le même théorème se trouve dans un intéressant travail de M. de Donder, qui a été publié peu après la Note de M. Buhl, dans les *Rendì Conti del Circolo Mathematico di Palermo*, en 1901. P. APPELL, Membre de l'Institut.

Niessen (I.). — Annuaire astronomique de l'Observatoire royal de Belgique, pour 1901. — 1 vol. in-16 de 246 pages, avec planches et un Supplément formant 1 vol. in-16 de 200 pages avec planches. (Prix : 3 fr.) Hoyez, imprimeur. Bruxelles, 1901.

Holzmueller (G.), Directeur de l'Ecole royale de Mécanique de Hagen. — Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung T. II : Das Potential und seine Anwendung. — 1 vol. in-8° de 440 pages avec figures. (Prix : 7 fr. 50.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1901.

Ce livre, qui répond bien à son but, est divisé en 16 chapitres :

I. La loi d'attraction newtonienne. — II. La courbe de la gravitation $y = \frac{1}{x^2}$ et la notion de potentiel. —

III. Attraction d'une couche sphérique homogène, d'une sphère pleine et d'une sphère creuse. — IV. Les tubes de force les plus simples, et les surfaces de niveau; division cellulaire de l'espace et ses applications physiques. — V. Les problèmes relatifs à plusieurs points. — VI. Les équations de Laplace et de Poisson et leur signification physique. — VII. La méthode des images; de la symétrie et de l'inversion dans l'espace. — VIII. Distributions superficielles et distributions en volume, centrées. — IX. Etude indépendante des problèmes à deux dimensions, et du potentiel logarithmique. — X. Les problèmes plans relatifs à plusieurs points ou à des lignes. — XI. Considérations physiques sur le courant galvanique et son potentiel. — XII. Magnétisme. — XIII. Actions électromagnétiques et électrodynamiques des courants galvaniques. — XIV. Analogies hydrodynamiques : a. Généralités; b. Mouvements tourbillonnaires; c. Marche des eaux souterraines d'après le professeur Forelheimer. — XV. Compléments sur la gravitation et l'électrostatique. Ellipsoïdes. — XVI. Unités et dimensions.

Ce que la table des matières n'indique pas suffisamment, c'est le nombre et la variété des problèmes traités, et la valeur instructive qu'ils tirent de la simplicité des méthodes et de l'emploi systématique de figures (au nombre de 240) construites à l'échelle avec soin. A cet égard, les chapitres ix, x sont particulièrement riches.

MARCEL BRILLOUIN,

Professeur de Physique générale et mathématique au Collège de France.

2° Sciences physiques

Franche (Ch.). — Manuel pratique du fabricant de vinaigre (Préface de M. TRILLAT, Directeur du Service d'analyses et de Chimie appliquée à l'Institut Pasteur). — 1 vol. in-8° de 281 pages avec 29 figures dans le texte. (Prix : 4 fr. 50.) Bernard Tiquol, éditeur. Paris, 1901.

L'industrie du vinaigre est, parmi les industries alimentaires, une de celles dont les bases scientifiques sont les mieux établies. Depuis que Pasteur en a posé les fondements, l'étude chimique et biologique du phénomène de l'acétification a été faite avec soin. M. Franche s'est efforcé de les résumer clairement dans la première partie de son livre; je souhaite que tous les vinaigriers la lisent, car leur ignorance des notions scientifiques est souvent la cause de leurs insuccès de fabrication.

Après avoir exposé ces notions scientifiques générales, l'auteur aborde la fabrication du vinaigre. C'est naturellement la partie la plus développée du livre, les procédés et les appareils servant à l'acétification étant nombreux. Il ne s'agit d'ailleurs ici que de la préparation du vinaigre par l'acétification du vin ou des liquides alcooliques au moyen des ferments acétiques. L'acétification obtenue chimiquement, au moyen de la mousse de platine, par exemple, n'est pas du domaine pratique

et la fabrication de l'acide acétique par la distillation du bois est une industrie différente, dans la description de laquelle M. Franche n'est pas entré.

Si nombreux que soient les appareils servant à acétifier le vin, on peut les classer de la manière suivante : en premier lieu la méthode dite « d'Orléans » dans laquelle l'acétification est obtenue en fûts, les bactéries agissant seulement à la surface du liquide contenu dans ceux-ci. Ce procédé a l'inconvénient d'être lent, d'exiger une assez grande main-d'œuvre ; il est par conséquent, assez coûteux. On ne peut produire que 40 litres de vinaigre par fût et par mois, et le prix de revient de l'opération est de 2 fr. 50 à 3 fr. 50 par hectolitre. Par contre le vinaigre obtenu par cette acétification lente a un bouquet agréable et recherché.

Cela explique pourquoi, actuellement encore, le vinaigre pur vin est fabriqué presque complètement par le procédé d'Orléans.

Les procédés dits « rapides » n'ont, en effet, été adoptés dans l'industrie que pour produire des vinaigres d'alcool. Le procédé d'Orléans, tel qu'on l'applique, ne permet pas d'acétifier les dilutions d'alcool contenant moins de 23 % de vin. Si l'on descend au-dessous de cette proportion, il faut ajouter des phosphates et des albuminoïdes pour que les bactéries acétiques trouvent dans le liquide des aliments en quantité suffisante.

Il faut dire aussi que le vin ne se prête pas à l'acétification par les procédés rapides à cause des dépôts de tartre et de colorants qui encrassent rapidement les copeaux ou les corps servant à opérer la division du liquide.

Le procédé d'Orléans a reçu de M. Claudon des perfectionnements importants, et cet inventeur a construit un appareil rationnel d'acétification à grande surface, en se basant sur les conclusions des travaux de Pasteur. On peut abaisser ainsi à 0 fr. 80 le prix de l'acétification par hectolitre.

À côté du procédé d'Orléans, caractérisé par sa lenteur, mais par la qualité du vinaigre qu'il permet d'obtenir, il faut classer les procédés dits « rapides ».

Ceux-ci se distinguent par l'accroissement considérable de la surface acétifiante et le caractère de continuité de l'opération.

On connaît le principe de l'appareil allemand, ou *essigbilder*. C'est un grand cylindre de bois rempli de copeaux, dans lequel le liquide alcoolique à acétifier arrive à la partie supérieure pendant que l'air arrive à la partie inférieure.

Les avantages du procédé allemand sont incontestables ; cependant, l'appareil tel qu'il a été conçu dans sa forme primitive présente des inconvénients dont le principal est un excès de circulation d'air, qui donne lieu à une évaporation excessive, et, par conséquent, à des pertes.

Knapp a fait une étude très soignée des conditions de fonctionnement de l'*essigbilder* et il a indiqué les conditions dans lesquelles il faut se placer pour éviter les inconvénients du procédé. L'appareil qu'il a conçu, ainsi que l'appareil Barbe, qui est utilisé dans plusieurs fabrications françaises, réalisent un grand progrès dans la fabrication du vinaigre d'alcool.

À côté des appareils du type allemand, il faut placer les appareils du type dit « hollandais ». L'acétification y est également obtenue sur une grande surface de copeaux, mais ceux-ci au lieu d'être placés dans un appareil fixe, garnissent des tonneaux qui sont animés d'un mouvement de rotation. Le procédé Agobet, dit procédé d'Orléans rapide, est basé sur ce principe et permet d'obtenir en dix jours l'acétification complète du liquide, alcoolique traité.

Enfin, nous signalerons les appareils à plateaux qui sont des appareils continus, mais dont l'usage ne paraît pas s'être répandu dans l'industrie.

Après avoir ainsi traité d'une manière très complète la partie industrielle, M. Franche étudie le vinaigre au point de vue chimique et fait la critique des méthodes

d'analyse employées dans les laboratoires officiels.

Sa principale critique porte sur le rapport que l'on admet entre la teneur en acide acétique et la teneur en extrait sec. Ce rapport varie suivant la nature des vins qui ont servi à la préparation de l'acide acétique. En réalité, il faut tenir compte des divers éléments du vinaigre : tartre, acides fixes, cendres, etc., pour tirer des conclusions de l'analyse.

X. ROCQUES.

Ingénieur-chimiste,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

Pozzi-Escot (M.-E.). — Les Diastases et leurs applications. — 1 vol. in-8° de 218 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et Masson, éditeurs. Paris, 1904.

Ce nouveau venu de la très intéressante et très utile collection scientifique de M. Léauté s'adresse, comme le dit son auteur dans la préface, non pas aux biologistes, mais aux ingénieurs et aux chimistes.

À ce titre, il ne traite ni des sérums, ni des venins, passe sous silence une foule de ferments solubles dont l'intérêt est exclusivement scientifique, mais étudie en détail les diastases qu'on pourrait appeler industrielles. Une série de chapitres sont consacrés à l'amylase, au rôle de cette substance dans la Brasserie et la Distillerie, au malt et à la maltase, aux mucors et amylomyces, à la sucrose et à ses applications, à la zymase de Buchner, etc. Les oxydases, dont le rôle apparaît tous les jours plus important, font aussi l'objet d'un chapitre spécial.

Toutes ces études sont précédées d'un exposé général dans lequel se trouvent succinctement et clairement exposées les principales notions relatives à la sécrétion, à la classification, à la préparation, à la composition, aux caractères et au mode d'action des diastases. Plusieurs chapitres s'occupent même de la zymogenèse, du dosage des diastases, enfin des interprétations nouvelles qu'on a proposées des actions diastatiques.

Fortement inspiré de certains ouvrages sur les mêmes sujets, particulièrement du beau *Traité de Microbiologie* de Duclaux, à la lecture duquel il prépare, ce petit livre résume assez bien ce qu'il est essentiel de connaître des ferments solubles. Il rendra certainement service à beaucoup de praticiens, de ceux qui veulent s'affranchir de la routine et cherchent dans les données positives de la Science un guide vers le progrès.

GABRIEL BERTRAND,
Chef de service à l'Institut Pasteur.

3° Sciences naturelles

Lorin (Henri), Professeur de Géographie coloniale à l'Université de Bordeaux. — L'Afrique à l'entrée du vingtième siècle. Lettre-préface de M. PIERRE FONCIN, 1 vol. in-42 de xii-377 pages, avec carte. (Prix : 3 fr. 50.) A. Challamel, éditeur. Paris, 1901.

L'ouvrage de M. Henri Lorin sur l'Afrique n'est ni un traité de géographie physique, ni une histoire de la géographie, ni une étude de géographie coloniale, et cependant c'est à la fois un peu tout cela. Il définit lui-même son travail, « une étude, fondée sur la Géographie, des problèmes que pose l'appropriation progressive de l'Afrique noire par les puissances européennes ; c'est, si l'on veut, ajoute-t-il, un manuel des questions africaines au début du xx^e siècle ». Des notions de géographie physique et surtout de pluviométrie, de température et de végétation ; puis, des considérations sur les indigènes ; ensuite, un exposé de ce qui a été fait par les Européens, et, enfin, des problèmes qui se posent devant eux, tel est le plan généralement suivi par l'auteur, dans chacun de ses chapitres. Il n'est pas facile de diviser judicieusement l'Afrique. M. Lorin s'en est habilement tiré en groupant les contrées qui présentent des caractères physiques analogues. Il a ainsi partagé les régions africaines en quatre grands groupes : plaines

équatoriales; plateaux du centre; Soudan et Sahara; Afrique australe.

Nous avons relevé quelques inexactitudes, que nous nous permettrons d'indiquer ici.

Page 136. Les Matabélés ne sont pas seulement *apparentés* aux Zoulous, ce sont véritablement des Zoulous, semblables à ceux qui habitent au nord du Natal. Au commencement du XIX^e siècle, à l'époque du règne de Chaka, un groupe de Zoulous se détacha de la nation sous les ordres du chef Mosilikatsé et alla s'établir à l'ouest du Limpopo. Les premiers voyageurs Européens qui les virent, notamment Andrew Smith en 1834-1835, les appellent indifféremment Matabélés ou Zoulous.

Page 178. L'Ounyoro et l'Ouganda n'ont jamais été « liés politiquement au Soudan Egyptien par des expéditions militaires venues du Nord ». C'était bien le désir du khédivé Ismaïl Pacha, d'étendre sa domination jusque-là, mais il ne réussit pas et ces pays restèrent indépendants jusqu'à l'arrivée des Anglais. — Page 180. Les premiers missionnaires anglais sont arrivés dans l'Ouganda non pas en 1875, mais en 1877. — Page 181. La British East Africa Company fut bien fondée en 1885, mais elle ne reçut sa charte et par conséquent son titre d'« imperial » qu'en 1888. — Page 217. La ville de Sennar est située sur le Nil Bleu et non sur le Nil Blanc. — Page 223. Ce n'est pas le Mahdi qui a été tué en novembre 1899 pendant l'expédition du colonel Wingate, mais le calife Abdullah, son successeur. — Page 353. C'est non pas au XVII^e siècle mais au XVIII^e, que des relations se sont établies entre les colons du Cap et les Cafres de l'Est, et au XIX^e siècle seulement entre ces colons et les Basoutos. — Page 354. Les Griquas sont non pas des métis de colons européens et de femmes cafres et basoutos, mais de colons européens et de Hotentotes. — Page 355. Ce n'est pas par le Natal que les Basoutos ont commencé à avoir des rapports avec les Anglais, mais par le Nord, par la vallée du Caledon. — Page 358. La première tentative des Anglais pour s'emparer du Cap a eu lieu non en 1780 mais en 1781. — Même page. Ce n'est pas en 1795 que les Anglais s'emparèrent définitivement du Cap. Ils le conquièrent alors une première fois, le restituèrent à la Hollande en 1803, après la signature de la paix d'Amiens, et le conquièrent une seconde fois en 1806. — Même page. Les républiques boers furent fondées non seulement par les Boers, qui quittèrent le Natal après l'occupation anglaise de 1842, mais encore par ceux qui étaient restés entre l'Orange et le Vaal après leur départ du Cap, et qui n'étaient pas allés au Natal. — Page 360. Ce n'est pas en 1880 que le district diamantifère où s'élève aujourd'hui Kimberley a été attribué à l'Angleterre par un arbitrage, mais en 1874. Signalons encore deux incorrections orthographiques : Page VII, lire d'*Abbadie* et non d'*Abadie*; page 181, lire *Mackinnon* et non *Makinon*. Enfin nous exprimons le regret que M. Lorin n'ait pas cru devoir composer un index des noms géographiques cités.

Ces légers défauts ne doivent pas nous faire méconnaître les nombreuses qualités de cet ouvrage. L'auteur possède manifestement une érudition très étendue; il ne se laisse pas dominer par elle, mais en demeure le maître, si bien que la lecture de l'ouvrage reste toujours agréable et facile. Comme il fallait s'y attendre dans un livre écrit par un professeur de géographie coloniale à l'Université d'une ville essentiellement commerçante, ce sont les passages de géographie économique qui nous ont paru le mieux venus.

Le livre de M. Lorin sera utile au public français. La bibliographie africaine est déjà positivement immense, et chaque jour elle s'accroît. Elle se compose principalement de récits de voyageurs, dans lesquels il y a beaucoup à prendre mais aussi beaucoup à laisser, et d'études de détail composées par des géographes ou des historiens. Il est nécessaire de synthétiser ces travaux pour les présenter aux personnes qui s'intéressent aux questions d'Afrique, mais n'ont pas le loisir de lire tout ce qui se publie. Le public anglais possède des

livres tels que *The partition of Africa* par Scott Keetie, ou *The colonization of Africa* par Sir Harry H. Johnston, le public allemand, l'*Afrika* de Sievers, dont M. Hahn nous donne actuellement une nouvelle édition très remaniée. Nous sommes moins bien pourvus en France, jusqu'à présent. Il faut louer M. Lorin, d'avoir, dans une certaine mesure, remédié à cette lacune de notre bibliographie.

Ajoutons enfin que dans une lettre-préface, M. Pierre Foucin esquisse à grands traits les rapports séculaires de la France et de l'Afrique, et insiste fortement et avec raison sur la nécessité de la diffusion de la langue française parmi les indigènes.

HENRI DEBÉRAIN,
Docteur ès Lettres.

De Rocquigny (Comte), Délégué au Service agricole du Musée social. — Les Syndicats agricoles et leur œuvre. — 1 vol. in-16° de 412 pages avec une carte. (Prix : 4 fr.) A. Colin et C^o, éditeurs. Paris, 1901.

La loi du 21 mars 1884, relative aux syndicats professionnels, a eu pour conséquence de servir à grouper dans les campagnes les agriculteurs désireux de s'entendre pour étudier et défendre leurs intérêts. Le 1^{er} juillet 1884, les syndicats étaient au nombre de 5; le 31 décembre 1899, on en comptait 2.133 représentant près de 500.000 adhérents. Ce résultat est à coup sûr fort intéressant. M. de Rocquigny a fait l'histoire de ce mouvement syndical dans les campagnes, et il nous présente, dans son ouvrage, le tableau de ces progrès aussi bien que l'énumération des services qu'ils peuvent rendre au point de vue économique ou social. L'auteur a consigné beaucoup de faits utiles à connaître dans les 400 pages de son volume; on devine sans peine qu'il est très fervent admirateur des bons effets de l'association et du groupement professionnel agricole. Son zèle sincère et son optimisme convaincu ne nous paraissent pas blâmables; bien au contraire. La foi soulève des montagnes et le scepticisme est stérile. Pourquoi nous priver, d'ailleurs, du plaisir d'applaudir à des efforts généreux, à des initiatives, désintéressées, à des succès féconds?

Et il y a vraiment lieu de signaler les manifestations diverses de toutes les activités louables en parlant des syndicats.

M. de Rocquigny a très heureusement divisé son livre en trois parties :

La première a pour objet l'étude des syndicats et des groupes de syndicats appelés *Unions*.

Ces Unions sont au nombre de dix et se partagent la France tout entière.

M. de Rocquigny signale également l'existence de certains syndicats généraux qui s'occupent d'achats ou de ventes, de publications, ou même de certaines campagnes économiques.

Dans une deuxième partie, l'auteur parle du fonctionnement des syndicats et des services d'ordre matériel qu'ils rendent à l'exploitation du sol. Il s'agit d'achats d'engrais industriels, d'instruments, de la vente en commun des produits agricoles, etc., etc.

L'amélioration du bétail est citée comme un des objets que se proposent les syndicats par l'achat de bons reproducteurs, l'établissement de livres généalogiques, l'achat d'aliments provenant de résidus industriels.

Dans une troisième partie, M. de Rocquigny décrit les services économiques et sociaux du syndicat. — Parmi ces services, il faut compter les publications, conférences, enseignement primaire; la fondation des coopératives de production et de consommation, le Crédit agricole, les Assurances, la Prévoyance, l'Assistance, et la Défense collective des intérêts professionnels en toutes occasions.

Dans ses conclusions, l'auteur résume les œuvres syndicales et en fait ressortir le mérite; il espère et il croit que les Syndicats « ont donné aux classes rurales une organisation qui leur manquait et les ont élevées à une conception plus haute de leurs droits et de leurs

devoirs. — Ils les ont affranchies — poursuit l'auteur — des servitudes que de longs siècles d'ignorance, de faiblesse et d'isolement faisaient peser sur eux... »

Nous ne sommes pas convaincu que les syndicats aient fait tant de choses depuis seize ans. Notamment, il y aurait lieu d'étudier les associations déjà existantes avant 1884 et les raisons pour lesquelles le groupement des cultivateurs est devenu plus utile. En somme, il est inutile de discuter ici pareille question. Les syndicats rendent des services, il faut le reconnaître, et louer M. de Rocquigny de l'avoir très bien montré.

D. ZOLLA,

Professeur à l'École d'Agriculture de Grignon.

A treatise on Zoology, édité par M. E. RAY LANKESTER, membre de la Société Royale de Londres, Correspondant de l'Institut, Directeur des Départements d'Histoire naturelle au British Museum. — 3^e partie: *The Echinoderma*, par MM. P. A. Bather, Assistant au Département géologique du British Museum, J. W. Gregory, Professeur de Géologie à l'Université de Melbourne et E. S. Goodrich, Démonstrateur d'Anatomie à l'Université d'Oxford. — 1 vol. in-8^o de 344 pages avec figures. Prix 15 fr. 65.) Adam et Charles Black, éditeurs, Soho Square, Londres, 1904.

Cet important Traité de Zoologie est caractérisé surtout par sa méthode rigoureusement taxonomique, c'est-à-dire que les faits principaux de la morphologie animale y sont exposés en suivant l'ordre naturel de la classification. A en juger par le volume qui vient de paraître, l'ouvrage ne sera pas seulement un livre d'étude pour le *serious student* auquel il s'adresse, mais encore et surtout un répertoire condensé de l'état des connaissances zoologiques au début du xx^e siècle. Souhaitons que les dix volumes dont il doit se composer se succèdent assez rapidement pour que les premiers n'aient pas sensiblement vieilli avant l'achèvement des derniers, et pour que l'ouvrage puisse conserver dans son ensemble toute l'homogénéité désirable, à une époque où la science évolue sans cesse et où les théories, en particulier, vieillissent vite.

Le premier volume dans l'ordre d'apparition, mais qui est en réalité le troisième de l'ouvrage, est consacré aux Echinodermes, et ceux-ci sont divisés en deux grands groupes : 1^o Les Eleuthérozoaires, qui embrassent la presque totalité des formes actuelles, Oursins, Astéries, et Holothuries. Les trois chapitres qui leur sont consacrés sont traités par J. W. Gregory et E. S. Goodrich. 2^o Les Pelmatozoaires. Ce sont les Echinodermes fixés, qui ont eu leur plus riche épanouissement pendant les temps primaires, et qui ne sont plus représentés dans nos mers actuelles que par quelques genres de Crinoïdes. Leur histoire a été contée à la plume autorisée de P. A. Bather, et les deux tiers environ du volume leur sont consacrés; c'est la première fois, je crois, qu'un Traité de zoologie générale fait une place aussi importante à des types fossiles. Elle est parfaitement justifiée, du reste, non seulement par le nombre et la variété de leurs formes (quatre-vingt-quatorze familles et plus d'un millier de genres sont caractérisés ou énumérés dans les quatre chapitres qui les concernent), mais surtout par le fait que les Echinodermes sont aujourd'hui de toutes les grandes divisions du règne animal la plus complètement isolée, sans aucune de ces formes de passage que montrent les autres groupes, et que seule l'étude attentive des formes éteintes peut jeter quelque jour sur les affinités, sur l'origine et sur l'évolution du type Echinoderme lui-même.

Partant de l'idée, assez contestable d'ailleurs, que l'évolution larvaire doit reproduire les traits essentiels de l'histoire généalogique des organismes, les zoologistes ont créé, en synthétisant les caractères communs de toutes les larves d'Echinodermes, un ancêtre hypothétique, la *Dipleurula*, qui devait être un animal libre

à symétrie bilatérale, de forme allongée, avec un grand lobe préoral, un coelome divisé en deux paires de vésicules dont l'antérieure débouchait au dehors par une paire d'orifices (hydropores), et portait en arrière deux prolongements en cuis-de-sac, les deux hydrocoèles droit et gauche; dans l'épaisseur du tégument étaient éparses des particules calcaires. Sans insister, peut-être sans croire beaucoup à la réalité objective d'un organisme ainsi constitué, les auteurs du Traité regardent néanmoins ces différents caractères comme primitifs, et ils en partent pour suivre, au milieu du dédale des formes éteintes, les modifications successives de la symétrie et la marche des différenciations qui ont abouti à la diversité des formes actuelles.

En premier lieu, l'Echinoderme primitif, libre jusqu'alors, s'est fixé par le sommet du lobe préoral, et un peu sur le côté droit. Comme conséquence de cette fixation, la bouche s'est déplacée et s'est portée jusqu'à l'extrémité opposée devenue l'extrémité supérieure, entraînant avec elle les organes voisins dans un mouvement de torsion assez comparable à celui des Gastéropodes, au cours duquel l'hydrocoèle droit a disparu. En même temps, les spicules calcaires se multipliaient et s'agrégeaient en plaques irrégulières. C'est le stade *Pentactæa*, qui se retrouve au cours du développement de l'*Antedon*, et c'est sous cette forme qu'apparaît l'Echinoderme le plus primitif connu, l'*Aristocystis bohemicus*, de l'Ordovicien de Bohême; c'est un petit corps pyriforme, fixé au sol par une de ses extrémités, couvert de cent cinquante ou deux cents plaques irrégulièrement polygonales, dépourvu de tous appendices, bras ou tentacules, sans trace encore de symétrie radiaire. Tous les Amphoridés sont construits sur ce plan.

Dans leur descendance immédiate, apparaissent d'abord trois, puis, par bifurcation des deux latéraux, cinq sillons superficiels, probablement ciliés, rayonnant autour de la bouche, avec différenciation et régularisation des plaques de test sur leur trajet, avec souvent des ramifications secondaires des sillons se prolongeant sur des « brachioles » saillantes, articulées, plus ou moins allongées, c'est la première ébauche de la symétrie radiaire, conséquence de la vie fixée (Rhombifères, Aporites, Diploporites). Cette symétrie pentamère s'accroît chez les Blastoïdes, par la régularisation des sillons et le groupement déliné des plaques du test en deltoïdes, basales, radiales. Et, enfin, de véritables « bras », développés au sommet des plaques radiales, parcourus par les troncs nerveux, les canaux ambulacraires, les cordons génitaux, se forment chez les Crinoïdes comme différenciation ultime du type pelmatozoaire.

Mais, dès le début des temps primaires, il s'était détaché de la souche commune un autre rameau dont l'évolution a été bien différente; c'est lui qui a abouti aux Eleuthérozoaires actuels. Les Edrioastéridés au début ont encore des Amphoridés primitifs le corps succiforme, dépourvu d'appendices et fixé par un point indéterminé de sa surface. Mais les cinq sillons ambulacraires qui rayonnent autour de la bouche sont couverts chacun d'une double rangée de plaques exothécales, et entre elles font saillie au dehors des *podia* ou tubes ambulacraires, diverticules des canaux aquifères sous-jacents, qui sont complètement étrangers au type précédent. C'est la première apparition du type d'ambulacres caractéristique des Echinodermes actuels à vie libre, qui tirent ainsi tous leur origine des anciens Pelmatozoaires sédentaires. Un Edrioastéride typique (*Stramatocystis, Edrioaster*), vu par sa face orale, ressemble entièrement à une Astérie dont les bras ne se seraient pas encore prolongés au delà du disque. On peut même ajouter que c'est l'acquisition de ces appendices ambulacraires souples et contractiles, dont l'extrémité a pu se différencier en ventouse pour la locomotion, qui a permis le retour à la vie vagabonde, à la libre recherche de la nourriture, et l'épanouissement du type éléuthérozoaire en formes de plus en plus

multipliées, alors que le type pelmatozoaire sédentaire et immobilisé était de ce fait relativement frappé de caducité.

Les Astérides sont probablement le dernier groupe issu directement de formes fixées : l'*Asterina* montre, en effet, dans son développement embryonnaire, une phase *pentactina* fixée par le lobe préoral et se recourbant ensuite sur la face ventrale pour amener la bouche en bas, avant d'assumer de nouveau la vie libre et de développer ses cinq bras. Les Holothurides ont dû se détacher de la souche commune à un stade plus précoce, avant le complet développement du système squelettique et avant l'achèvement de la symétrie pentamère, car l'organe génital est encore unique, et, d'ailleurs, les deux rangées ambulacraires latérales du trivium se développent plus tardivement que les trois autres. Quant aux Echinides, ils se sont probablement détachés à peu près en même temps et de la même manière que les Holothurides, car la Paléontologie enseigne que les premiers Oursins (*Bothriocidaris*, *Echinoecystis*) avaient un corps flexible, à paroi musculaire, et couvert d'un revêtement uniforme de plaques irrégulières, parmi lesquelles les cinq doubles rangées de plaques ambulacraires ne se distinguaient des autres que par la présence des pores pour le passage des podia.

Mais il est à noter que toutes ces différenciations se sont produites rapidement, car tous les principaux types d'Echinodermes sont déjà représentés dès le Silurien inférieur.

On trouvera, dans le chapitre consacré aux généralités sur les Echinodermes (chap. viii), l'exposé des particularités anatomiques des formes actuelles qui ont été longtemps regardées comme énigmatiques, mais qui s'éclairent à la double lumière de l'Embryogénie et de la Paléontologie, et qui s'interprètent aisément par la théorie de l'évolution dont je viens de résumer les grandes lignes et les principaux arguments.

G. PARVOR.

Directeur du Laboratoire de Banyuls.

4° Sciences médicales

Jacquet (L.), Médecin des Hôpitaux. — Alcool. Maladie. Mort. (Rapport sur l'alcoolisme dans les hôpitaux parisiens, lu à la Société médicale des Hôpitaux). — Bull. de la Soc. méd. des Hôp., Paris, décembre 1900.

Le Dr Jacquet dénonce le péril alcoolique dans toute sa gravité. Il en étudie les causes et les modalités, en détermine les conséquences pathologiques directes et indirectes et préconise les premières réformes que l'on doit accomplir pour combattre le fléau.

La lutte contre l'alcoolisme, dit-il, est le premier devoir social de ce temps. C'est une question de vie ou de mort pour la population française, stationnaire, et la plus alcoolisée du globe.

Comme exemple particulier de ce grand péril social, le Dr Jacquet résume les observations faites sur 4.744 malades répartis en 23 services de différents hôpitaux, et représentant au point de vue morbide l'ensemble de la population parisienne. Ont été considérés comme alcooliques, seuls les malades présentant des stigmates ou avouant absorber chaque jour au moins un litre et demi de vin et deux petits verres ou apéritifs.

Les femmes, qui représentent près d'un tiers du total général, comptent 10 % d'alcooliques ou alcoolisées. Cette proportion est très inférieure à la réalité, car les femmes nient toujours s'alcooliser, et, d'autre part, les stigmates sont inconstants. L'alcoolisation féminine, faible jusqu'à ces dernières années, progresse rapidement.

Les 4.744 malades se répartissent en 3.416 consultants et 1.328 hospitalisés; 23 % des premiers et 47 % des seconds sont alcoolisés ou alcooliques; l'écart de ces deux pourcentages est significatif.

Sous quelles formes se fait l'intoxication? La consommation du vin et celle même de l'eau-de-vie et du rhum tendent à s'accroître suivant une progression moins rapide que celle des boissons à essences, apéri-

tifs, amers et quinquinas, mensongèrement proclamés hygiéniques. Mais l'absinthe les distancie tous; elle devient par excellence la boisson nationale; elle s'infiltre dans la bourgeoisie et ruisselle dans la classe ouvrière.

La qualité, le degré de pureté de ces breuvages est de mince importance; la quantité des impuretés est trop faible pour être très nocive. *L'alcoolisme est question de quantité bien plus que de qualité.* Et toutes les mesures législatives visant uniquement la rectification sont d'avance frappées d'absolue insuffisance.

Quelle est l'expression pathologique de l'alcoolisme? Sur les 30 % de ces malades intoxiqués, 5 % sont frappés d'affections spéciales, ou peu s'en faut, à l'alcool: gastrites, affections du foie, paralysies, etc., les autres sont atteints de maladies banales, qui trouvent en eux un terrain facilement attaquant et destructible; leur morbidité totale est fortement accrue, surtout sous la forme tuberculeuse: 88 à 90 % des phthisiques sont, en effet, alcooliques.

Les statistiques anglaises citées par le Dr Jacquet font ressortir la plus grande morbidité des alcooliques et la résistance des sujets sobres. Les manouvriers et les cabarettiers subissent une mortalité plus de deux fois supérieure à la moyenne; cette mortalité est due, pour près des deux tiers, à l'alcoolisme ou à ses complications, et pour le reste, à la phthisie.

À Paris, où la consommation d'alcool a quintuplé en vingt ans, le maximum de mortalité s'observe, comme à Londres, parmi les professions intempérantes, et la phthisie y exerce de grands ravages. Pourtant, la mortalité parisienne est en diminution; mais, si son taux s'abaisse pour un certain nombre de maladies infectieuses, il s'accroît fortement pour quelques maladies, qui, comme la cirrhose du foie et les néphrites, relèvent plus particulièrement de l'alcool. La phthisie a subi un recul, mais des plus modestes, et bien moins accentué que dans le reste de l'Europe. Enfin, la natalité décroît, tandis qu'elle reste forte dans les autres pays.

La suralcoolisation se répercute sur le budget de l'Assistance publique. Tandis que de 1878 à 1896 la population parisienne augmentait de 23 %, les dépenses du service de santé s'accroissaient de 57 %, et le chiffre des secours à domicile doublait, ou peu s'en faut, d'où une élévation de budget de 14 millions 1/2. Quant aux asiles d'aliénés, leur clientèle s'élevait de 450.000 à 700.000 malades.

Les médecins, il faut l'avouer, sont un peu responsables de cette poussée alcoolisatrice. Exagérant la vertu thérapeutique de l'alcool, ils ont prodigué les préparations alcoolisées, nocives et très onéreuses et prescrit à outrance le vin de Champagne, dont la consommation progresse rapidement. Cette alcoolisation *médicamenteuse* encourageait l'alcoolisation universelle, devait facilement entraîner une alcoolisation *administrative*; les infirmiers reçoivent une allocation quotidienne de rhum, faible, mais bien inutile.

Le danger est donc multiple et pressant. Les conseils individuels sont vains; il faut organiser une action collective. L'alcoolisation *médicamenteuse* due aux médecins disparaîtra par leur effort; plus de potions alcoolisées, ni de vins médicamenteux. Une simple décision directoriale supprimera l'alcoolisation *administrative*; un lieu convenable de réunion offert aux infirmiers pour y passer les heures de loisir, les attirera hors du cabaret.

Le grand alcoolisme *politico-social* est plus difficile à combattre, même sur le seul terrain hospitalier. Il faut, avec insistance, répéter aux ouvriers que l'alcool ne donne pas de forces, mais seulement surexcite, et est, en réalité, un poison. L'auteur propose de distribuer à chaque sortant de l'hôpital un memento succinct des dangers dont l'alcool, sous ses différents formes, menace aussi bien l'individu que sa descendance. Une Commission permanente de l'alcoolisme, veillant à l'exécution des réformes adoptées, en préparant de nouvelles, assurerait la continuité et la progression de l'effort antialcoolique.

F. TRÉMOLIÈRES.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

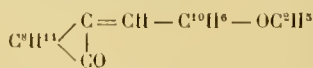
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1^{er} Juillet 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan communique la liste des nébuleuses nouvelles qu'il a découvertes à l'Observatoire de Paris. — MM. Doué et Rivet ont observé en mer, entre Tahiti et Panama, la comète de mai 1901. — M. A. Seligmann-Lui donne l'interprétation mécanique suivante du second principe de la Thermodynamique : Soit un système en mouvement permanent. Si l'état d'équilibre vient à cesser par suite d'une modification infiniment petite, le système tendra à prendre un état d'équilibre nouveau. Ce déplacement se fera dans le sens des forces agissantes, qui produiront un travail positif, de sorte que l'énergie cinétique du système ira toujours croissant.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. J. de Kowalski et J. de Modzelewski ont calculé les indices de réfraction des mélanges de liquides par la loi des mélanges, et ont obtenu des résultats concordant avec l'expérience. Pour les constantes diélectriques, on trouve au contraire des anomalies qui s'expliquent en admettant que c'est l'absorption dans l'infra-rouge qui change dans ces mélanges d'une manière irrégulière. — M. F. Larroque a reçu nu que les ondes hertziennes émises par certains masnfs orageux étaient susceptibles de parvenir par propagation successive à des distances énormes en suivant la moyenne et la haute atmosphère. — M. M. Berthelot a constaté que le rapport entre une molécule d'acide phosphorique combinée et le nombre d'équivalents des bases alcalino-terreuses qui concourent à saturer cette molécule dans les phosphates précipités, varie depuis 2 jusqu'à 4 équivalents, suivant la nature et les proportions relatives des corps mis en présence, acides et bases libres ou combinées, chlorures alcalino-terreux, etc. Ces variations sont d'ailleurs fonction du temps écoulé depuis le commencement des réactions. — MM. A. Astruc et J. Tarbouriech ont reconnu que la saturation de l'acide arsénique et de l'acide phosphorique par les bases alcalines ne présente pas de différences sensibles ; au contraire, elle diffère sur plusieurs points avec les bases alcalino-terreuses ; en particulier, le sel trimétallique obtenu à froid et en liqueur étendue par l'acide arsénique, en présence des alcalis et d'un excès de chlorures alcalino-terreux, se transforme en dimétallique dès qu'on sature l'excès de base par un acide titré, ce qui n'a pas lieu pour l'acide phosphorique. — M. H. Moissan indique la préparation et les propriétés de la fonte de niobium (p. 726). — M. A. Helbronner, en faisant réagir un éther de l'aldéhyde β -oxy- α -naphtoiique sur le camphre sodé, a obtenu l'éthoxynaphtalcamphre :



Par réduction, il fixe deux H à la double liaison. — MM. A. Seyewetz et G. Blanc ont obtenu, en mélangeant le tétrazotolysulfite de soude avec l'éthylnaphtylamine- β , une combinaison non colorante qui, après avoir été isolée, est susceptible de donner, sous l'action de la lumière, la même matière colorante que le mélange prolongé des réactifs. — M. G. Martine a constaté que le menthol sodé se comporte comme le bornéol sodé vis-à-vis de l'aldéhyde benzoïque, et qu'il donne de la benzylidèmenthone. La réaction se passe néanmoins en partie suivant l'équation donnée par Claissen.

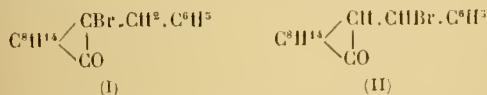
La benzylidèmenthone peut aussi être obtenue en traitant la menthone sodée par l'aldéhyde benzoïque. M. Fr. March, en faisant agir la bromacétophénone sur l'acétylacétone sodée, a obtenu une tricétone $(\text{CH}^{\text{H}}\text{CO})^2\text{CH}\text{CH}^{\text{H}}\text{CO}\text{C}^{\text{H}}\text{H}^{\text{H}}$; c'est le diacétylbenzoylméthane. Il est décomposé par la soude en acétophénona-cétone et en acide acétique. — M. F. Leteur, en faisant passer un courant de H^{S} dans une solution chlorhydrique d'acétylacétone, a obtenu un corps cristallisé, fondant à 162^o-163^o,5, de formule $(\text{C}^{\text{H}}\text{H}^{\text{H}}\text{S}^{\text{H}})^2$. — M. H. Hérisséey a constaté l'influence, nettement favorable, qu'exerce le fluorure de sodium dans la digestion, par la séminase, des hydrates de carbone des albumens cornés; en qualité d'antiseptique, il empêche, en outre, l'invasion des microorganismes. — M. H. Causse indique une nouvelle réaction caractéristique des eaux pures. Lorsqu'on y verse une solution sulfureuse et incolore de violet cristallisé, la couleur primitive réapparaît, surtout si l'on chauffe à 35-40^o. Avec les eaux souillées ou contenant de l'oxysulfo-carbonate de fer, la coloration ne réapparaît ni à chaud, ni à froid.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Charrin et G. Delamare ont observé des tares cellulaires précises et identiques chez des ascendants et des descendants. Toutefois, on ne peut conclure forcément à l'intervention de l'hérédité cellulaire, car il se peut que, chez la mère et l'enfant, les mêmes groupes cellulaires aient été soumis à l'action altérante des mêmes agents morbifiques. — M. M. Nicloux a constaté, par des expériences sur le cobaye et le chien, que l'oxyde de carbone respiré par la mère passe du sang de la mère dans celui du fœtus. Il n'y a pas simple diffusion, mais dissociation, au niveau du placenta, de l'hémoglobine oxycarbonée contenue dans le sang maternel. — MM. Denoyès, Martre et Rouvière ont constaté que les courants de haute fréquence agissent sur la sécrétion urinaire en produisant une augmentation du volume d'urine, de l'urée, de l'acide urique, de l'azote total, du rapport azoturique, des phosphates, des sulfates et des chlorures éliminés en vingt-quatre heures. — M. P. Vignon pense qu'en dehors des cas où la présence du granule appelé centrosome coexiste avec une différenciation caractéristique d'un état d'équilibre déterminé, les centrosomes, organes obligatoirement dynamiques, se comporteraient comme des substances inertes. — M. G. Chauveaud a étudié le développement de la racine des Cryptogames vasculaires. La séparation tardive de l'écorce et de la stèle se traduit par la superposition radiale de leurs cellules (Fougères, Salviniacées), tandis que la séparation hâtive se traduit par l'alternance de leurs cellules (Equisétacées). — M. R. Bouilhac a observé que le saccharose, le maltose et l'amidon sont susceptibles de remplacer le glucose pour cultiver le Nostoc punctiforme mal éclairé. Avec le lactose, on n'obtient qu'une très faible végétation. — M. H. Devaux a constaté la fixation, par la paroi cellulaire des jeunes plantes, des métaux suivants : K, Li, Na, Ca, Sr, Ba, Fe, Ni, Co, Cd, Cu, Pb, Ag. La proportion de métal fixé est toujours faible pour tous les métaux; par contre, l'énergie de fixation est assez grande, car elle se produit encore dans des solutions très diluées. — MM. F. Pearce et L. Duparc ont rencontré, dans un gabbro à olivine de l'Oural, des feldspaths basiques du groupe de l'anorthite maclés selon la maclé du péricline; la maclé de l'albite est rare. — M. G. B. M. Flamand annonce la découverte, dans le Sahara occidental (Gourara, Archipel touatien), de fossiles, tels que la *Calceola sandalina*, qui caractérisent nettement la présence du Dévonien moyen dans ces régions.

Séance du 8 Juillet 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan communique la suite de la liste des nébuleuses nouvelles qu'il a découvertes à l'Observatoire de Paris. — M. H. Morize envoie les observations de la comète Hall (1901 *n*) qu'il a faites à l'Observatoire de Rio de Janeiro. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1901. Les taches ont diminué tant en nombre qu'en étendue. Les facules ont aussi diminué. — M. Demartres démontre le théorème suivant : Pour qu'une surface soit de révolution, il faut et il suffit qu'elle soit divisée en carrés par deux familles de lignes dont les courbures soient dans un rapport constant; toute surface de révolution admet une infinité de pareils systèmes; les courbes qui les composent sont des loxodromies. L'alysséide est caractérisée par le fait que, dans chaque réseau, chacune des deux courbes géodésiques, séparément, reste constante.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Pollak fait remarquer qu'on ne peut pratiquement mettre en série des voltamètres disjoncteurs de courant à lame d'aluminium, à moins de mettre en dérivation sur ces voltamètres des résistances convenablement choisies pour leur donner le même débit. — M. V. Auger, en fondant l'azotate de manganèse avec l'acide phosphorique, a obtenu un pyrophosphate $Mn^2P^2O^7, 14H^2O$. Par l'action de l'acide phosphorique sur le bioxyde de manganèse, il a obtenu du métaphosphate manganique $Mn^2P^2O^6$. — M. L. Henry rappelle, à propos du récent mémoire de M. Descudé, qu'il a fait réagir le chlorure d'acétyle sur le méthanal polymérisé et a obtenu le chloroacétate de méthylène. Avec le chlorure de benzoyle, en présence de $ZnCl^2$, on obtient le chlorobenzoate de méthylène. — MM. L. Bouveault et A. Bongert ont fait réagir les amines substituées sur le produit de nitration de l'éther acétylacétique. Avec la diéthylamine, on obtient le sel de diéthylamine d'un acide $C^7H^{14}Az^2O^3$. Avec la diméthylamine, on obtient le sel de diméthylamine d'un acide $C^6H^{12}Az^2O^3$ et d'autre part, de l'alcool et du diméthyluréthane. — MM. Ch. Moureu et R. Delange, en faisant réagir les éthers formiques $RH.C:O$ sur les carbures acétyléniques sodés $R.C.CNa$, ont réalisé la synthèse des aldéhydes acétyléniques $R.C:C.CH^2O$. Ceux-ci, sous l'influence des solutions alcalines bouillantes, régénèrent le carbure acétylénique et donnent des formiates alcalins. — MM. A. Haller et J. Minguin ont reconnu que l'acide non saturé $COOH.C^8H^{14}.CH:CH.C^8H^{14}$ qui prend naissance quand on traite le benzyldécanecampyre à chaud par HBr , ou le benzylcampyre bromé par de la potasse ou de l'ammoniaque alcoolique, fixe une molécule d' HBr pour fournir l'acide phénylbromohomocampyloïque : $COOH.C^8H^{14}.CH^2CHBr.C^8H^{14}$. L'action du brome sur le benzylcampyre droit donne deux benzylcampyres bromés stéréoisomères (I) différant du benzylcampyre bromé (II) :



— M. R. Fosse décrit les propriétés des dérivés du dinaphtoxanthène (p. 682). — M. A. Astruc a étudié l'action des alcaloïdes végétaux sur quelques réactifs indicateurs. Ils agissent d'une façon différente, non seulement suivant le groupe auquel ils appartiennent, mais encore suivant le pouvoir dissociant du liquide dans lequel ils sont dissous.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. d'Arsonval rappelle que les cellules microbiennes ne sont pas tuées par un séjour prolongé dans l'air liquide. Cette résistance à la congélation peut s'expliquer par le fait de l'énorme pression osmotique qui existe dans ces petites cellules, pression qui abaisse considérablement le point de congélation de l'eau. Si l'on abaisse la tension osmotique

des cellules de levure de bière en les plongeant dans des solutions hypertoniques, elles ne résistent plus à un abaissement de température. — M. P. Bonnier répond à la note de M. Marage sur la conductibilité acoustique et l'audition. — MM. N. Vaschide et Cl. Vurpas ont terminé l'examen histologique du système nerveux de leur anencéphale. La disparition complète du faisceau pyramidal, malgré l'intégrité relative du faisceau sensitif, semble prouver qu'il peut y avoir des mouvements spontanés ou associés en l'absence totale du faisceau pyramidal. Une intégrité à peu près parfaite du système musculaire a coexisté avec la dégénérescence des cellules nerveuses sur toute la hauteur du névraxe. — M. Ch. Lepierre a constaté que presque tous les microbes, pathogènes ou non, poussent parfaitement dans les liquides où l'azote est exclusivement fourni par les glucoprotéines α . — M. H. Stassano établit que les leucocytes ont une part prépondérante dans l'élimination de toutes les substances introduites dans l'organisme. — M. J. Beauverie montre que la forme du *Botrytis cinerea* faisant le passage de la forme conidienne normale à la forme stérile dite *toile*, peut servir à immuniser les plantes contre les atteintes de celles-ci. — M. F. Parmentier a examiné l'eau de la source intermittente de Vesse, près de Vichy. Comme minéralisation et teneur en bicarbonate de soude, cette source peut rivaliser avec ses voisines. Elle est complètement stérile et se conserve remarquablement bien.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 25 Juin 1901.

M. Troisier est élu membre titulaire dans la Section de Pathologie médicale. — M. Galtier (de Lyon) est élu Associé national. — MM. Livon (de Marseille) et Motais (d'Angers) sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Médecine.

M. J.-V. Laborde présente un nouvel appareil audiphone portatif construit avec le concours de M. F. Dusaud. — M. M. de Fleury lit un mémoire sur quelques graphiques de la pression sanguine et de l'état des forces chez les neurasthéniques.

Séance du 2 Juillet 1901.

M. Bureau est élu membre titulaire dans la Section de Thérapeutique et d'histoire naturelle médicale.

M. François-Franck présente un rapport sur les travaux présentés au Concours pour le Prix de l'Académie. — M. H. Rendu lit un rapport sur un mémoire de M. Martin du Magny intitulé : Accidents pulmonaires consécutifs aux lésions du nez, de ses cavités accessoires, de l'oreille et de la région rétropharyngée. L'auteur montre que des congestions pulmonaires et des broncho-pneumonies sont fréquemment le résultat de la propagation directe d'une inflammation nasopharyngée. La cause initiale de ces phlegmasies bronchopulmonaires est un écoulement purulent qui prend sa source dans le nez, les sinus frontaux ou maxillaires, l'oreille et le pharynx. L'ensemencement direct de cet écoulement crée la maladie pulmonaire. — M. A. Gautier lit la première partie d'un mémoire sur la médication par l'arsenic latent. — MM. Jullien et Justin de Lisle présentent un mémoire intitulé Recherches bactériologiques sur la syphilis.

Séance du 9 Juillet 1901.

MM. Istrati (de Bucarest) et Ladenburg (de Breslau) sont élus Correspondants étrangers.

M. François-Franck présente un rapport sur les mémoires déposés pour le Prix Louis. — M. Richelot lit le Rapport sur le Prix Daudet. — M. A. Gautier termine la lecture de son mémoire sur la médication par l'arsenic latent. En voici les conclusions : Les préparations cacodyliques rendent de remarquables services dans les affections les plus diverses, et particulièrement dans les maladies consomptives, la tuber-

culose pulmonaire au premier et au second degrés, les tuberculoses osseuses et viscérales, le diabète, les neurasthénies avec dépérissement général et affaiblissement des fonctions, les troubles de la vision, l'intoxication palustre, la grippe, les anémies graves, l'asthme, la chorée, les longues convalescences, les blessures avec perte de substances, les fractures, les suites de grossesses répétées, les vomissements incoercibles, le myxœdème, les maladies de la peau, etc. Elles ont donné des résultats variables ou douteux dans la maladie de Parkinson, les dégénérescences qui accompagnent les troubles psychiques et le cancer. La méthode de choix pour l'administration de ces préparations est la voie hypodermique. Elles peuvent être employées durant des années consécutives sans provoquer aucun désordre de la nutrition, aucune congestion du côté du foie, des reins, du tube intestinal, des centres nerveux, de la peau. Elles agissent en excitant la reproduction des cellules, multipliant les hématies, rajeunissant les tissus et conférant à l'économie une extraordinaire résistance aux déchéances de cause morbide. — M. V. Babes et M^{lle} H. Densusianu ont observé divers cas de néphrites pyramidales hémotogènes dans des infections aiguës. Les lésions papillaires étaient analogues à celles observées par M. Levaditi dans des empoisonnements par des poisons chimiques. — M. P. Budin montre l'importance que présente l'exploration de la cavité utérine dans le traitement de l'infection puerpérale. Si, de la fièvre survenant chez une femme récemment accouchée, l'on constate dans l'utérus la présence de caillots fétides ou non, les enlever et laver la cavité de l'organe peut suffire. Si la muqueuse de la matrice est atteinte, surtout au niveau de la caduque inter-utéro-placentaire, il faut sans hésitation procéder au curage digital et à l'écouvillonnage; lorsqu'on intervient vite, la guérison est habituellement très rapide. Si l'infection dure depuis quelques jours lorsqu'on pratique le nettoyage, la guérison est plus lente, car il y a eu pénétration des germes ou des toxines dans l'économie. Si l'infection dure depuis longtemps, ou si elle est très grave, la mort peut survenir.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 22 Juin 1901.

M. Ch. Féré a étudié l'influence des excitations visuelles sur la fatigue dans le travail. L'excitation à une des doses les plus favorables, si l'on considère les effets primitifs, donne encore un déficit de plus d'un tiers relativement au travail exécuté sans excitant. — M. A. Giard, à propos de l'invasion des Charentes par les Acridiens, rappelle qu'il a montré que la multiplication exagérée de ces Insectes coïncide avec les années de minimum des taches solaires. En se basant sur ce fait, on devrait détruire à l'avance les œufs de ces animaux. — MM. F. Widal et L. Le Sourd ont constaté que la réaction de fixation de Bordet est aussi nette sur les bacilles tués par la chaleur que sur les bacilles vivants. — MM. J. Ville et J. Moitessier ont reconnu que l'urine ne renferme pas de chlorure à l'état de composés chloro-organiques. — M. F. Arloing montre que les différences dans la rapidité de la coagulation du sang peuvent recevoir des interprétations variées, et que la rétractilité du caillot n'est pas toujours en raison inverse de la coagulation. — M. F. Tournoux a étudié le revêtement endothélial des tendons de la queue des Rongeurs. Chaque cellule tendineuse superficielle se compose : 1° d'un corps protoplasmique s'étalant à la surface du tendon et s'anastomosant avec les expansions des éléments voisins; 2° d'une lame superficielle individualisée et pouvant être délimitée par les imprégnations au nitrate d'argent. — MM. A. Laveran et F. Mesnil ont constaté que le Trypanosome de la Grenouille verte présente toutes les particularités que Wasielewsky et Senn regardent comme caractéristiques du genre *Herpetomonas*. Dans ces conditions, ce genre doit disparaître et le nom générique

Trypanosoma servira seul à désigner tous les Flagellés parasites du sang des Vertébrés, du moins tous ceux connus jusqu'ici. — MM. Legros et Lécène ont trouvé, dans un cas de gangrène gazeuse aiguë mortelle, un bacille particulier, non encore décrit, qu'ils nomment *bacille septique aérobie*. — MM. Ch. Richet et J.-Ch. Roux ont traité la méningite tuberculeuse expérimentale par la zomothérapie. La mortalité est tombée de 100 % chez les animaux témoins, à 75 % chez les animaux nourris avec de la viande crue. — M. G. Weiss énonce la loi suivante : Si deux ondes inverses l'une de l'autre sont assez courtes et se succèdent assez rapidement pour que l'ensemble des opérations tombe dans la période latente, au moment où l'on arrive au seuil de l'excitation, l'une seule des deux ondes est active; l'autre peut être supprimée sans rien changer au résultat. — MM. Barjon et Cade ont cherché la formule cytologique des pleurésies par infarctus chez les cardiaques. La formule diffère de celle de l'hydrothorax : 1° par la richesse du liquide en éléments figurés; 2° par l'abondance des polymorphes. — M. J. Rehn a constaté que l'absorption des toxines, agglutinines, etc., injectées au niveau des voies respiratoires, est aussi rapide qu'après introduction sous-cutanée. — M. J. Paillard présente un appareil ayant pour but d'injecter directement le liquide contenu dans une ampoule quelconque. — M. Rappin a observé que l'urée empêche le développement des cultures de tuberculose en bouillon. — M. Cololian a observé que la sensibilité des poissons de mer et des poissons d'eau douce aux différents poisons est la même. — M. Chavigny indique quelques troubles sensitifs qui caractérisent les traumatismes articulaires, les hyarthroses en particulier.

Séance du 29 Juin 1901.

M. Ch. Féré a étudié l'influence du haschich sur le travail. A l'excitation du début succède une dépression qui ne fait que s'accroître, de sorte que le travail total est inférieur au travail normal. — MM. Benoit et Roussel ont constaté que le cobaye est un animal réactif excellent pour la vaccination jenuérienne; l'infection provoquée peut être transportée sur la génisse. — M. R. Dubois a isolé des organes photogènes de la pholade dactyle, par son procédé de dissociation plastidaire (dialyse chloroformique), une substance qui donne de la lumière par oxydation. — M. Milian pense que les expériences de M. F. Arloing n'infirment pas sa théorie sur l'influence de la peau dans la coagulation du sang, car M. Arloing a étudié des hémorragies abondantes. — MM. Tuffier et Milian ont reconnu que le liquide de l'hémarthrose est incoagulable. — MM. N. Vaschide et L. Marchand ont observé un cas d'anesthésie gustative des deux tiers antérieurs de la surface supérieure de la langue avec hypoesthésie tactile causées par une lésion de la corde du tympan. — M. Mauclaira a essayé les injections iodofonnées par la voie épидurale pour traiter certaines formes de mal de Pott. Ces injections n'ont eu aucun mauvais résultat et pourront être employées utilement comme adjuvant à l'immobilisation. — MM. Ch. Achard et A. Clerc ont observé un abaissement léger du pouvoir amylolytique du sérum sanguin chez les diabétiques, et un abaissement très marqué dans les cachexies, présageant la mort à bref délai. La pilocarpine, à dose hypertoxique, exalte manifestement l'activité de l'amylase sanguine. — M. M. Nicloux a constaté le passage de l'oxyde de carbone de la mère au fœtus (p. 722). — M. E. Weil pense que les organes hématopoïétiques réagissent dans la cyanose pour produire l'hyperglobulie; mais leur participation n'est ni uniforme, ni constante. — MM. E. Cassaet et G. Saux ont trouvé que la toxicité du suc gastrique est à peu près deux fois plus élevée que celle de la macération de viande préparée dans des conditions identiques. — MM. G. Rosenthal et G.-A. Weill établissent qu'il est possible d'utiliser l'injection intra-trachéale et l'absorption pulmonaire dans le traitement des maladies

aiguës et chroniques, surtout dans les affections des voies respiratoires. Ils indiquent la technique qu'ils ont usitée dans ces injections. — M. J.-F. Ferrier a étudié par la radiographie l'élargissement du pied pendant la marche. Son rôle est probablement d'accroître l'élasticité du pied; il ne doit pas être contrarié par la forme des chaussures.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Juillet 1901.

M. L. Benoist avait établi, dans ses recherches antérieures, que l'absorption des rayons X ne dépend pas uniquement de la masse des corps qu'ils traversent, mais aussi de la nature de ces corps et de la qualité des rayons X employés. Pour étudier complètement l'influence de ces divers facteurs, il a principalement employé la méthode de l'écran fluorescent convenablement perfectionnée. L'étude a porté sur la plus grande partie des corps simples et sur un nombre considérable de leurs composés. Chaque corps a été caractérisé par la masse qui, répartie sur un centimètre carré de base, produit sur les rayons X employés une absorption d'ordre déterminé. C'est ce qui constitue l'équivalent de transparence de ce corps vis-à-vis d'un étalon de transparence convenablement choisi. On reconnaît ainsi que l'équivalent de transparence d'un corps, pour un même étalon et une même espèce de rayons X, a une valeur constante indépendante des changements d'état physique, des groupements moléculaires ou atomiques quelconques que ce corps peut présenter, mais fonction uniquement du poids atomique de ce corps ou des corps simples qui le composent. En portant les poids atomiques en abscisses et les équivalents de transparence en ordonnées, on obtient la courbe d'isotransparence des corps simples pour la qualité de rayons X considérés. En modifiant cette qualité, en changeant l'épaisseur étalon, en interposant des écrans, etc., on obtient un faisceau de courbes qui donnent les lois générales de transparence de la matière pour les rayons X. La principale peut se résumer ainsi : *L'opacité spécifique de la matière pour les rayons X est une propriété additive et essentiellement atomique. Cette opacité, dans le cas des corps simples, est une fonction déterminée et généralement croissante de leur poids atomique.* Ces courbes donnent aussi les lois du radiochromisme, c'est-à-dire de l'absorption sélective exercée par la matière sur les rayons X. Ce radiochromisme augmente, en général, avec le poids atomique, en présentant toutefois, dans le cas de rayons assez mous, un minimum remarquable dans la région de l'argent. D'autres applications de ces courbes et de ces lois sont : 1° La définition précise de chaque qualité de rayons X ; 2° La classification des rayons X, des rayons secondaires, des rayons de l'uranium et du radium, etc. ; 3° La caractérisation précise des tubes radiogènes et de leurs différents états (on peut construire des échelles de teintes, ou chronomètres, formées par des couples de corps de radiochromisme très différent) ; 4° Le perfectionnement des tubes radiogènes, en permettant d'utiliser le rapport qu'elles signalent entre le pouvoir absorbant d'une substance, pour une qualité donnée de rayons X, et le pouvoir émissif de ce corps pour cette même qualité, lorsqu'il sert d'anticathode ; 5° La détermination ou la vérification des poids atomiques des corps simples par une méthode plus générale et plus précise que celle de Dulong et Petit, avec un contrôle précieux fourni par le radiochromisme (c'est ainsi que M. L. Benoist a pu démontrer que le poids atomique de l'indium doit être 113,4 et non 75,6) ; 6° Enfin, une méthode générale d'analyse des composés et des mélanges, méthode pouvant dès à présent donner une précision qui dépasse souvent l'ordre du millième. Au sujet de la Communication de M. L. Benoist, M. P. Villard rapproche les anomalies de transparence aux rayons X observées par M. Benoist pour les métaux voisins de l'argent et les anomalies analogues que M. Villard a observées lui-

même en étudiant l'intensité de l'émission des rayons X par une anticathode formée de divers métaux juxtaposés, étudiée pendant son fonctionnement en faisant l'image de cette anticathode sur une plaque radiographique au moyen d'une chambre noire de Pora. M. G. Sagnac rappelle que des anomalies du même genre ont été déjà signalées par lui pour l'activité et le degré de transformation des rayons secondaires émis dans le vide (ou dans l'air à une distance suffisamment petite) par des métaux divers. C'est ainsi que le fer et le nickel, toutes choses égales d'ailleurs, émettent des rayons secondaires plus actifs que ceux du zinc et surtout que ceux du cuivre, bien que l'ordre des poids atomiques décroissants soit précisément d'ordre inverse. — M. A. Champigny : *Foyers conjugués des pinceaux lumineux obliques à une surface sphérique réfringente. Formule de Thomas Young. Applications.* Soient P et Q les distances d'un point lumineux A et de son conjugué B, comptées à partir de la surface réfringente sur les rayons incident et réfracté. On sait que, n désignant l'indice de réfraction et R le rayon de la surface sphérique réfringente, on a, dans le cas des rayons centraux :

$$\frac{1}{P} - \frac{n}{Q} = \frac{n-1}{R}.$$

Depuis longtemps, Thomas Young a établi, par des considérations géométriques, une formule qui résout le problème dans le cas où l'on considère un pinceau lumineux tombant sur la surface réfringente sous une incidence quelconque i . Si r est l'angle de réfraction, cette formule est :

$$\frac{R \cos i + P}{R \cos r + Q} = n \frac{\cos r P}{\cos i Q}.$$

M. A. Champigny insiste sur l'importance de cette formule, dont il expose une démonstration très simple : il considère le triangle AMN dont le sommet est le point lumineux A, et dont la base est définie par la largeur du pinceau lumineux à sa rencontre avec la surface sphérique réfringente. La relation des sinus donne dans ce triangle :

$$\frac{P}{\cos i} = \frac{R \sin o}{\sin i}$$

en appelant o l'angle sous lequel la longueur $P = \overline{AM}$ est vue du centre O de la surface réfringente. On a ainsi :

$$R \cos i + P \sin o = P \sin i.$$

Le triangle BMN donne de même :

$$(R \cos r + Q) \sin o = Q \sin r$$

d'où l'on déduit la formule de Thomas Young en divisant membre à membre ces deux relations et remplaçant $\frac{\sin o}{\sin i}$ par sa valeur $n \frac{\cos r}{\cos i}$.

La formule de Young permet, pour un pinceau d'ouverture quelconque, de donner, point par point, la surface conjuguée qui est le lieu de tous les pinceaux étroits de sommet commun A. On peut ainsi aborder la question des aberrations sphériques et faire d'une manière systématique la théorie des objectifs de microscope et des objectifs photographiques qui sont grand-angulaires. M. A. Cornu rappelle qu'il a fait connaître en 1863, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, une construction géométrique qui permet de trouver très simplement le point B correspondant au point lumineux A, pour chaque pinceau incident. — Au nom de M. Damien, M. G. Sagnac présente un appareil, construit par M. Pellin, qui permet de produire les phénomènes d'interférence dus à la biréfringence circulaire, analogues aux phénomènes dus à la biréfringence rectiligne, déjà présentés à la Société de Physique dans la séance du 15 Mars 1901. M. Pellin projette devant la Société les anciennes

expériences, puis les nouvelles. Dans les secondes, on fait intervenir la biréfringence circulaire en remplaçant les cuvettes de quartz de Biot par des cuvettes de quartz dont la face plane, au lieu d'être parallèle à l'axe, est perpendiculaire à l'axe du quartz. Les *franges de soustraction*, analogues aux franges des prismes de Sénarmont, sont produites en projetant l'image de deux telles cuvettes formées de quartz de signes contraires, superposées avec leurs centres distincts et placées entre deux nicols croisés. Les *anneaux d'addition* s'obtiennent de même avec deux cuvettes formées de quartz de même signe; seulement, à cause de la faiblesse de la biréfringence circulaire comparée à la biréfringence rectiligne, les cuvettes doivent être ici très profondes. Elles ont été taillées par M. Pellin en hémisphères de 18 millimètres de rayon. Pour empêcher les rayons d'être fortement déviés aux bords de la cuvette ou réfléchis totalement, un hémisphère de verre, d'indice voisin de l'indice ordinaire du quartz, a été collé au baume de Canada dans la cuvette de quartz; chaque quartz a ainsi l'apparence d'un cylindre transparent. L'épaisseur (3^{mm},5) du quartz au centre de la cuvette a été compensée par une lame de quartz perpendiculaire à l'axe de même épaisseur et de signe opposé collée sur la face plane de la cuvette. Un tel système, placé entre deux nicols à l'extinction et projeté, présente des anneaux à centre noir produits par la biréfringence circulaire, comme les anneaux classiques de la cuvette de Biot sont produits par la biréfringence rectiligne. Ce sont les franges primaires des nouvelles expériences de M. Damien, lesquelles produisent, quand il y a deux systèmes de cuvettes superposés, les franges secondaires d'addition ou de soustraction.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

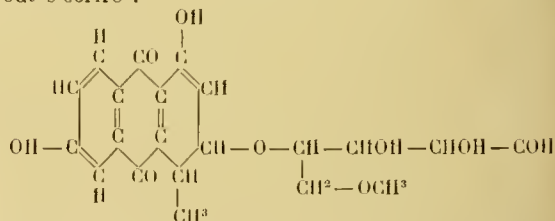
Séance du 28 Juin 1901 (suite).

M. H. Moissan expose des recherches sur la fonte de niobium. L'emploi du four électrique lui a permis d'obtenir avec facilité, à partir de la niobite naturelle, une fonte mixte de niobium et de tantale, de laquelle, en appliquant la méthode de Marguac, on peut séparer le niobium et le tantale sous forme de composés oxygénés. L'acide niobique, qui est irréductible par le charbon à la plus haute température de nos fourneaux ordinaires et à celle du chalumeau à gaz oxygène, peut être réduit au four électrique et donner une fonte très dure, ne contenant qu'une petite quantité de carbone combiné. Cette fonte, qui reste solide à la température de fusion du platine, qui est à peu près inattaquable par les acides, qui n'exerce pas d'action au rouge sur la vapeur d'eau, qui brûle dans l'oxygène avec facilité en produisant un acide stable, possède en même temps des propriétés réductrices très curieuses. Cet ensemble de réactions éloigne le niobium des métaux et rapproche ce corps simple du bore et du silicium. — M. V. Thomas, continuant ses recherches sur les chlorobromures de thallium, a pu isoler les aiguilles orangées qui se produisent par l'action du Br sur le chlorure thalleux en présence de l'eau. Ces aiguilles correspondent à la formule Tl^2Cl^2Br . Sous l'influence d'une chaleur ménagée, elles deviennent d'un rouge intense et se décomposent ensuite lorsqu'on les chauffe à température élevée. Un chlorobromure $TlClBr + aq.$ s'obtient très facilement en grandes aiguilles incolores, en ajoutant du brome à une solution aqueuse renfermant $TlCl$ en suspension. On obtient ainsi une huile qui, lorsqu'on cherche à la concentrer, perd très facilement des halogènes, mais qui se prend immédiatement en masse lorsqu'on la refroidit à -18° dans un mélange de glace et de sel. Les aiguilles sont stables à température ordinaire, mais se décomposent très rapidement lorsqu'on les chauffe même légèrement.

Séance du 12 Juillet 1901.

M. Wyruboff dépose un travail de MM. Sabanejeff et Rosin sur les isonitriles et les nitriles cycliques. —

M. Béal présente un travail de M. Mailhe sur l'action de l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses des sels métalliques (p. 679). — M. P. Freundler signale quelques propriétés du phénylcarbazinate de phénylhydrazine $C^6H^5.AzH.AzH.CO^6H^5.AzH.AzH^2$, décrit autrefois par M. Fischer. Les propriétés de ce corps permettent de l'appliquer soit à la préparation de certaines hydrazones à point de fusion bas, soit à la régénération des résidus de phénylhydrazine, soit à la séparation de cette dernière base d'autres bases aromatiques. — M. V. Auger a étudié la solution violette aqueuse produite par dissolution dans l'eau de la masse violette obtenue en chauffant à 220° du sesquioxyde de manganèse dans l'acide phosphorique. Il en a isolé un sel bien cristallisé dont la formule est : $Mn^2P^2O^4, 14H^2O$. — MM. Mouren et Delange ont observé que les alcalis en solution aqueuse attaquent les aldéhydes acétyléniques $R-C\equiv C-CHO$, avec production d'acide formique et de carbure acétylénique. Dans le cas de l'aldéhyde amylopropionique $C^5H^{11}C\equiv C-CHO$, il se forme en outre de la méthylamylcétone $C^5H^{11}-CO-CH^3$ et de l'acide caproïque $C^6H^{11}-CO^2H$; ces faits sont faciles à expliquer si l'on admet la formation préalable et transitoire de l'aldéhyde $C^5H^{11}-CO-CH^2-CHO$, qui peut se dédoubler dans deux sens différents. — M. Leidié communique en son nom et en celui de M. Quennessen une note relative à un procédé de dosage du platine et de l'iridium dans la mine de platine. Ce procédé est une application d'une méthode générale précédemment indiquée par l'un des auteurs. — M. Léger a analysé les corps dont il a signalé autrefois la formation dans l'action de Na^2O^2 sur les aloïnes et leurs dérivés chlorés [*Bull. Soc. chim.* (3), t. XXV, p. 99]. La barbaloine donne un corps $C^{14}H^{10}O^2$, l'isobarbaloine un isomère de ce corps. L'homonataloine donne au contraire un dérivé de formule $C^{10}H^{12}O^2$. La chlorobarbaloine donne $C^{15}H^8Cl^2O^2$ et la chloriobarbaloine un dérivé chloré isomère. Les corps $C^{14}H^{10}O^2$ seraient des trioxanthraquinones nouvelles, tandis que $C^{16}H^8Cl^2O^2$ seraient les dérivés tétrachlorés de leurs produits méthylés. Le corps $C^{14}H^{12}O^2$ représenterait l'éther méthylique d'une méthyltrioxanthraquinone. Se basant sur les résultats obtenus par ses devanciers et par lui-même, M. Léger pense pouvoir représenter la barbaloine par la formule $C^{24}H^{22}O^2$, qui peut s'écrire :



ce qui en ferait un produit de condensation avec perte de H^2O d'une dihydrométhyltrioxanthraquinone avec l'éther méthylique d'un pentanetétrolal. Cette formule rend compte de la plupart des faits observés jusqu'ici. Cependant, ces faits étant assez peu nombreux, M. Léger ne donne cette formule qu'avec réserve, se proposant d'en vérifier l'exactitude. Il fait remarquer que la chlorocétylbarbaloine, corps parfaitement cristallisé, qui, avec cette formule, correspond à un poids moléculaire $M=724$, donne à la cryoscopie dans le benzène $M=713$. En outre, la barbaloine, chauffée à sec dans un tube, dégage des vapeurs qui donnent la réaction du furfurel (coloration rouge) avec le papier imprégné d'acétate d'aniline. — M. Blondel, par l'action ménagée de la chaleur ou des réducteurs sur le sulfate platinique, a obtenu un composé cristallisé contenant du sesquioxyde de platine et de l'acide sulfurique, dans lequel les éléments sont dissimulés, comme le sont ceux des acides chromiques complexes décrits par M. Recoura. Ce nouvel acide complexe forme avec les bases des combinaisons bien cristallisées.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES.

H. A. Wilson : Sur la conductivité électrique de l'air et des vapeurs salines. — Les expériences décrites dans ce mémoire ont été entreprises dans le but d'obtenir des informations sur la variation de la conductivité de l'air et des vapeurs salines avec un changement de température et sur le courant maximum qu'une quantité déterminée de sel sous forme de vapeur peut conduire. Ces expériences sont la continuation des deux séries de recherches sur le même sujet publiées en 1899.

Quelques observations sur la variation de la conductivité avec la température à différentes hauteurs dans la flamme ont été données dans le mémoire sur la « conductivité électrique et la luminosité des flammes ». Elles montrent une augmentation rapide de conductivité avec l'élevation de température.

Voici la méthode employée dans les expériences décrites dans ce mémoire : On a fait passer un courant d'air, contenant en suspension, sous forme de gouttelettes, une petite quantité de solution saline, à travers un tube de platine chauffé dans un fourneau à gaz ; ce tube constituait l'une des électrodes, l'autre étant fixée suivant son axe. La température du tube a été mesurée au moyen d'un thermo-couple platine et platine-rhodium ; la quantité de sel passant à travers le tube a été estimée en recueillant les gouttelettes sur un tampon de laine de verre.

L'énergie nécessaire pour produire l'ionisation peut être calculée d'après la variation de température de la conductivité, celle-ci comparée à l'énergie nécessaire pour ioniser des corps en solution.

Depuis la publication des recherches mentionnées ci-dessus, plusieurs mémoires du Dr E. Marx sur la conductivité des vapeurs salines dans les flammes ont paru. La première partie de ce mémoire-ci contient une discussion de quelques conclusions du docteur Marx, lesquelles portaient sur mon travail précédent.

La fin du mémoire est divisée comme suit :

1° Description de l'appareil employé.

2° Variation du courant avec la f. e. m.

3° Variation du courant à travers l'air avec la température.

4° Variation du courant à travers des vapeurs salines avec la température.

5° Sommaire des résultats.

La relation entre le courant et la f. e. m. dans l'air dépend beaucoup de la direction du courant. Quand l'électrode extérieure est négative, le courant atteint une valeur de saturation avec une f. e. m. d'environ 200 volts ; mais, quand le tube extérieur est positif, elle augmente rapidement avec le courant, même avec une f. e. m. de 800 volts, de façon qu'une f. e. m. plus grande est nécessaire pour produire la saturation si la saturation peut être produite. Avec des vapeurs salines, la relation entre le courant et la f. e. m. n'a pas été beaucoup affectée par le renversement du courant. Le courant était toujours plus grand quand le tube extérieur était négatif, le contraire étant le cas avec de l'air seul. A basse température, le courant a atteint une valeur de saturation, mais au-dessus de 1000° on a découvert qu'elle augmentait davantage presque proportionnellement à la f. e. m.

Il est possible de représenter approximativement la variation du courant à f. e. m. constante avec la température, pour l'air, par une formule du type $C = A\theta^n$ dans laquelle C est le courant, θ la température absolue, et A et n des constantes.

La constante n dépend de la f. e. m. employée. Avec 240 volts, elle a été de 17, et avec 40 volts, de 13. Cependant le courant ne commence pas tout d'un coup quand on élève la température, mais augmente toujours régulièrement avec la température, si bien que la plus basse température à laquelle le courant peut être décelé dépend entièrement de la sensibilité du galvanomètre.

L'énergie nécessaire pour ioniser une molécule-gramme d'air a été estimée en supposant que la fraction de gaz dissociée en ions est proportionnelle au courant pour de petites f. e. m.

L'énergie en question peut être obtenue au moyen de la formule thermo-dynamique ordinaire donnant la variation de la dissociation avec la température. Le résultat pour l'air est de 60.000 calories entre 1.000 et 1.300° C. Cette quantité d'énergie est du même ordre de grandeur que l'énergie mise en liberté quand les ions H et OH se combinent pour former de l'eau en solution.

La relation entre le courant et la température pour des vapeurs salines est assez compliquée.

Avec Kl, en employant une f. e. m. de 800 volts, le courant a les valeurs suivantes ($i = 10^{-4}$ ampère) :

Température	500°	600°	700°	800°	900°	1.000°
Courant	0.7	1.8	3.0	4.0	4.5	4.0
Température	1.100°	1.150°	1.200°	1.300°		
Courant	3.5	3.6	7.0	7.0		

En employant une f. e. m. de 100 volts, les valeurs suivantes du courant ont été obtenues ($i = 10^{-5}$ ampère) :

Température	300°	400°	500°	600°	700°	800°
Courant	0.2	1.9	5.1	5.1	5.5	5.5
Température	900°	1.000°	1.100°	1.200°	1.300°	
Courant	5.5	5.3	6.8	8.2	9.2	

Ainsi le courant a un maximum près de 900° C, et il s'élève très rapidement près de 1.150°. Des résultats semblables ont été obtenus avec d'autres sels.

L'énergie nécessaire pour ioniser une molécule-gramme de Kl à environ 300° C a été estimée à 15.000 calories de la même façon que pour l'air.

Le courant maximum transporté par la vapeur saline (à 1.300° avec 800 volts) est presque égal à celui nécessaire pour électrolyser la même quantité de sel en solution. Ce fait peut être considéré comme une preuve en faveur de l'hypothèse que les ions sont de même nature dans les deux cas.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 14 Juin 1901.

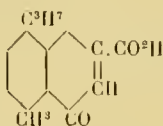
M. Lehfeldt rappelle que M. Jahn a publié récemment des mesures des f. e. m. des piles de concentration, d'où il a cherché à conclure que la loi de dilution est applicable aux solutions concentrées. L'auteur montre que cette conclusion repose sur un cercle vicieux, car la loi d'Ostwald est comprise dans la formule employée par M. Jahn pour calculer les degrés de concentration. Les formules de Nernst et d'Arrhenius ne donnent pas de résultats concordants ; la première est bonne pour calculer les concentrations, la seconde pour calculer les pressions osmotiques. — M. J.-H. Jeans cherche à obtenir une réponse aux deux questions suivantes : 1° Quelles conclusions peut-on tirer, quant au mécanisme de l'émission de la radiation, de l'examen des formules de l'Optique physique ? 2° Est-il possible, à l'aide de ces conclusions, de bâtir une conception de la matière qui explique suffisamment les divers phénomènes optiques ? Il développe ensuite une théorie très intéressante, basée sur les propriétés moléculaires et atomiques de la matière, et au moyen de laquelle il explique plusieurs phénomènes optiques, notamment ceux de la spectroscopie. — M. S.-P. Thompson présente quelques échantillons de verres d'Iéna avec des graphiques donnant l'indice de réfraction, la dispersion entre les lignes C et F et l'inverse du pouvoir dispersif de chacun. L'auteur propose pour cette dernière quantité le symbole ν et la qualification de *réfraction achromatique* du verre. L'introduction du baryum dans un verre augmente la déviation, mais n'influe pas sur la dispersion. Il est donc possible de faire du crown à indice de réfraction plus élevé que le flint, et de construire ainsi une len-

tille achromatique donnant un champ plan. Généralement, les objectifs achromatiques sont construits exactement achromatiques pour les rayons rouges et violets; on peut obtenir un meilleur effet en les faisant approximativement achromatiques sur toute l'étendue du spectre. On y arrive en compensant l'irrationalité d'un verre par un autre, et en construisant une paire achromatique au moyen des deux.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

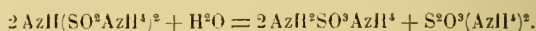
Séance du 20 Juin 1901.

MM. P. Gordan et L. Limpach ont substitué par des groupes méthyles l'hydrogène benzénique des formyl- et acétylanilides et ont obtenu 38 composés différents. Ceux-ci peuvent être classés suivant le nombre ρ de groupes substituants ou suivant leur position relative. La moyenne D des points de fusion d'une série d'isomères peut se déduire de ρ ; l'un des points de fusion est identique à cette valeur moyenne, et les autres en diffèrent en plus ou en moins de quantités égales. — M. S. Ruhemann a condensé les éthers des acides chlorofumarique et phénylpropionique avec le thymol et le carvacrol. L'action du thymol sur le chlorofumarate d'éthyle donne le thymoxyfumarate d'éthyle; l'acide correspondant se condense, sous l'action de l'acide sulfurique concentré, en acide 5-méthyl-8-propyl-1:4-benzopyrone-2-carboxylique :

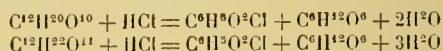


Le carvacrol donne le carvacroxyfumarate d'éthyle et l'acide 5-propyl-8-méthyl-1:4-benzopyrone-2-carboxylique. — M. C. O'Sullivan a étudié les constituants de la gomme adragante. La partie insoluble dans les acides et alcalis froids est de nature cellulosique. Les acides gummiqes sont lévogyres; ce sont des acides polyarabinane-trigalactane-geddiques; le principal possède la formule $4C^{10}H^{14}O^8, 3C^{12}H^{20}O^{10}, C^{22}H^{26}O^{20}, H^2O$. Les granules sont apparemment des granules d'amidon. La matière azotée n'a pu être encore complètement purifiée. La *bassorine*, sous l'action d'un excès d'alcalis, se dédouble en deux acides, les acides α et β -*adragantaxylylane-bassoriques*. L'acide α possède la formule $C^{24}H^{30}O^{10}, H^2O$; il donne des sels de Ba, Ca et Ag. Digéré avec de l'acide sulfurique vers 98°, il se dédouble en *adraganthose*, un pentose lévogyre, et en acide *xylo-bassorique* $C^{10}H^{12}O^{17}$. Ce dernier donne aussi des sels métalliques et se dédouble en *xylose* et *acide bassorique* $C^{14}H^{20}O^{13}$. L'acide β possède la même formule que l'acide α et donne les mêmes produits de dédoublement. — MM. T. Purdie et J. C. Irvine, en alkylant les tartrates de méthyle, d'éthyle et de propyle par l'oxyde d'argent et l'iode de méthyle, ont obtenu les diméthoxysuccinates actifs correspondants, dont ils ont déterminé le pouvoir rotatoire. — MM. T. Purdie et W. Barbour ont comparé la rotation des diméthoxysuccinates avec celle des tartrates correspondants dans divers solvants; en général, la rotation des premiers est moins influencée par les solvants que celle des derniers. Des déterminations des poids moléculaires des éthers par la cryoscopie dans divers liquides, les auteurs concluent que l'agrégation des molécules dissymétriques n'est pas un facteur prédominant dans l'influence des solvants sur la rotation. — MM. W. A. Bone et D. S. Jerdan ont constaté que le carbone et l'hydrogène se combinent à 1200° en formant un hydrocarbure saturé qui est du méthane; il s'établit un équilibre défini entre l'hydrocarbure, l'hydrogène et la vapeur de carbone. Le passage de l'arc entre charbons dans une atmosphère d'hydrogène produit aussi, à côté de l'acétylène, du méthane et de l'éthane; l'état d'équilibre est caractérisé par les proportions suivantes :

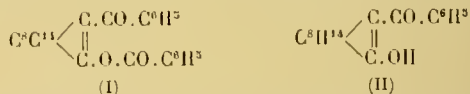
$11,90-91\% C^2H^2, 8-9\% CH^4, 1,25; C^2H^6, 0,25$. — MM. E. Divers et M. Ogawa ont isolé l'imidosulfate d'ammonium des produits de décomposition de l'amidosulfite. C'est un corps cristallisé, qui se décompose à 150° en laissant du soufre, du sulfate et de l'amidosulfate d'ammonium. Bouilli avec HCl, il donne du soufre, SO^2 et l'acide amidosulfurique (S et SO^2 représentant sans doute le thiosulfate décomposé) :



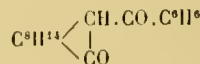
MM. E. Divers et T. Haga ont préparé le nitrosulfate de soude en faisant passer un courant de SO^2 dans une solution la plus concentrée possible de nitrite et de carbonate de sodium, dans le rapport de deux molécules du premier pour trois du second, jusqu'à ce que le nouveau sel commence à cristalliser. Il forme des prismes contenant $5H^2O$ et très instables. — MM. W. A. Bone et D. S. Jerdan ont étudié la décomposition des hydrocarbures à haute température. Ceux-ci étaient placés dans un tube de porcelaine vide, primitivement chauffé à 1150°, et pourvu d'un manchon pour empêcher les gaz du fourneau d'y diffuser. L'acétylène est rapidement décomposé à 1150°; après cinq minutes, il n'en reste plus que des traces. Il se forme d'abord du méthane, qui se décompose ensuite lentement en ses éléments; les produits finaux sont l'hydrogène, le méthane et un dépôt de carbone. Le méthane se résout en ses éléments à 1150° plus rapidement qu'on ne le suppose. Comme avec l'acétylène, il ne se forme pas d'hydrocarbures non saturés. Au bout de trente minutes, il ne reste que 6,6% de méthane. — M. H. J. H. Fenton, en traitant la cellulose par HCl sec et en éliminant les dérivés du méthylfurfural qui se produisent, a obtenu un résidu brun sombre, d'où l'on extrait, par digestion avec de l'eau chaude, du dextrose, caractérisable par son osazone. Avec le papier-filtre suédois, on obtient de même du chlorométhylfurfural et du dextrose, en proportions moléculaires égales. Ces faits présentent un grand intérêt si on les rapproche de la découverte récente du cellose $C^{12}H^{22}O^{11}$ par Skranp et König dans les produits d'hydrolyse de la cellulose. Si l'on admet que ce cellose contient à la fois des résidus de cétohexose et d'aldohexose, l'action de HCl peut être représentée par les équations :



— M. M. O. Forster a préparé le 1-benzoxy-2-benzoylcampène (I) par l'action du chlorure de benzoyle sur le camphre sodé. Par hydrolyse de ce composé avec la potasse, on obtient le 1-hydroxy-2-benzoylcampène.



Il cristallise en octaèdres et donne des sels de soude, de cuivre et de fer. L' α -benzoylcampène :



est obtenu en faisant bouillir une solution de son isomère dans l'acide formique. Par fusion, la forme cétonique se convertit dans l'isomère énolique. — M. J. N. Collie a constaté que, si de l'anhydride carbonique à la pression de 5 millimètres est soumis, dans un tube à vide, à l'action de l'électrode électrique, 63% sont déjà décomposés, au bout de dix minutes, en oxyde de carbone et oxygène. En 15 secondes, la décomposition est déjà de 48%; et, sous une pression de 1 millimètre, elle est de 65% en dix secondes. Mais, si les électrodes de platine rougissent, la recombinaison se produit.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Mort du Professeur et Explorateur Nordenskjöld. — Alors que le numéro de la *Revue* était sous presse, nous avons reçu de Stockholm la nouvelle de la mort du baron de Nordenskjöld. Une Notice sera prochainement consacrée ici même à la vie et à l'œuvre de l'illustre savant.

Entraîné par ses études de Minéralogie à explorer l'Océan Arctique, Nordenskjöld s'était pris de passion pour les choses de la navigation, spécialement dans les régions polaires; applaudissant à toutes les tentatives faites pour propager le goût des voyages par mer, il portait le plus grand intérêt aux croisières de la *Revue générale des Sciences* et avait bien voulu nous promettre son concours pour organiser, à destination des terres du Nord, un voyage où fussent conviés, en même temps que les savants voués à l'étude de la Physique du globe et à la Biologie marine, toutes les personnes désireuses de s'initier à leurs recherches et de goûter les splendeurs du monde boréal. — La *Revue* n'abandonnera pas ce projet.

§ 2. — Astronomie

La formation des petites planètes. — Au temps de Laplace, quelques astéroïdes, seuls, étaient connus et constituaient pour ainsi dire une singularité dans le système solaire; aussi bien leurs masses sont si petites qu'il n'y avait pas lieu d'y attacher autrement d'importance, et Laplace n'eut à s'en préoccuper, après coup, qu'à l'état d'instabilité temporaire dans la formation successive des planètes. L'hypothèse si élégante de Laplace sur l'origine du système solaire devait préoccuper bien des savants, et la cosmogonie doit d'importants travaux à Kirkwood, G. Darwin, Trowbridge, Roche, etc.; cependant, dans ces dernières années, M. Faye crut devoir soumettre le système de Laplace à certaines critiques, pour lui faire supporter de profondes modifications; mais, d'autre part, M. Wolf s'est efforcé, dans un ouvrage très précieux sur ces questions, de montrer qu'il n'y avait là aucune objection irréfutable: en fait, en effet, les hypothèses de Laplace peuvent être conservées dans leurs grandes lignes, elles sont très

simples, et figurent très clairement la genèse des mondes.

Malheureusement, la Cosmogonie n'est enseignée nulle part en France: on peut même dire plus, elle est à peine effleurée, comme sujet accessoire de recherches; elle n'est pas bien vue, pour ainsi dire, et cela pour des raisons fort regrettables et qu'il serait trop long d'exposer ici.

Quoi qu'il en soit, on peut considérer aujourd'hui les petites planètes comme constituant la pierre de touche et le nœud de toute hypothèse sur la formation de notre système; leur nombre s'est considérablement accru, leurs orbites offrent des différences caractéristiques, comme pour servir de lien intermédiaire entre les grosses planètes et les comètes, et leur situation même, près de Jupiter, est rendue critique, tant au point de vue de leur formation qu'à celui de l'étude analytique des perturbations.

Cependant Kirkwood allait bientôt signaler des lacunes dans l'anneau des petites planètes, vers les régions de commensurabilité avec le moyen mouvement de Jupiter, et l'on peut concevoir que les molécules abandonnées dans le voisinage des lacunes, si leurs orbites sont assez excentriques, aient disparu par le fait de leur absorption dans l'atmosphère de la nébuleuse solaire en voie de condensation. L'étude théorique des lacunes n'est pas sans soulever les plus grandes difficultés au point de vue de la stabilité des trajectoires, et M. Callandreau fut conduit à rechercher si la formation des planètes, toutes choses égales d'ailleurs, n'a pas été, sinon impossible, du moins relativement plus difficile dans la région de commensurabilité, et à examiner quel put être l'effet de Jupiter sur un système de molécules représentant les matériaux constitutifs des astéroïdes, molécules abandonnées par la nébuleuse, dans des orbites à très peu près circulaires, surtout vers les points de la nébuleuse en conjonction avec Jupiter, où des marées considérables doivent se produire.

Ces lacunes, à vrai dire, diminuent de jour en jour; les découvertes récentes font connaître des planètes de plus en plus petites, qui se rapprochent des régions critiques, montrant, par leur faible masse elle-même, qu'il y avait là une instabilité dans la condensation nébulaire. En tout cas, le phénomène des marées dans

la nébuleuse a été pressenti par Kirkwood, et personne aujourd'hui ne paraît douter de l'influence de Jupiter sur cet anneau d'astéroïdes, et pour sa formation, et, par les perturbations, pour avoir singulièrement compliqué sa contenance présente.

M. J. Mascart a étudié avec soin, au point de vue statistique, les données si complexes de cet anneau, en reprenant aussi l'étude détaillée des lacunes; enfin, en rapportant les orbites au plan même de l'orbite de Jupiter, il s'est efforcé de voir si les singularités, coïncidences, moyennes, ne devenaient pas plus frappantes: il n'en est résulté, à notre connaissance, qu'une série d'observations générales, sans loi formelle. M. R. du Ligondès s'est appliqué aux mêmes études, insistant sur les coups de hache qui correspondaient aux lacunes, pour mettre encore en évidence l'influence de Jupiter: les comètes, alors, seraient des résidus de matière, premiers matériaux absorbés par Jupiter.

M. de Freycinet vient d'attirer à nouveau l'attention sur ces problèmes, en y consacrant deux longues Notes à l'Académie; au reste il ignore, ou veut ignorer, les immenses efforts suscités par ces questions, et cherche à confirmer la théorie de Laplace, bien qu'il semble révoquer en doute l'influence de Jupiter sur la génération des planètes télescopiques et sur les alternances de leur répartition autour du Soleil. Le grand intervalle de 350 millions de kilomètres où se rencontrent les astéroïdes permettrait presque, déjà, d'écarter l'hypothèse de leur formation par la rupture d'un ou de plusieurs anneaux, d'autant plus qu'aux distances mêmes où il paraît y avoir un peu de condensation, la densité de la matière semble encore bien trop faible pour avoir constitué un anneau continu. De plus, on voit difficilement — surtout en négligeant tellement Jupiter — comment un anneau circulaire à peu près plat permettra une telle dispersion d'inclinaisons et d'excentricités. Si la génération des petites planètes provenait de la rupture d'anneaux issus de l'atmosphère solaire, les groupements de fortes excentricités seraient parmi les plus voisins de la planète troublante, et c'est à peu près le contraire que l'on observe.

D'ailleurs, M. de Freycinet reporte tout à l'équateur solaire actuel: c'est là un plau qui a bien varié depuis l'origine, et les inclinaisons présentes des astéroïdes n'auront qu'une valeur relative. Enfin il considère tantôt trois subdivisions, tantôt cinq, tantôt huit anneaux: pourquoi? Si l'on néglige les relations de commensurabilité, le nombre des anneaux est absolument arbitraire; mais alors, pourquoi prendre toujours comme limites de ces anneaux — sans aucune raison — les zones mêmes de ces relations de commensurabilité? On voit qu'il reste bien des difficultés, bien des aléas, malgré les coïncidences extraordinaires que trouve l'auteur entre une théorie approchée et les moyennes, et, puisque les pages des Comptes Rendus lui sont si largement ouvertes, il serait à souhaiter qu'il y donnât ses calculs plus détaillés encore, avec les changements d'orbites qui pourraient être fort utiles à d'autres. En tout cas, M. de Freycinet a pensé mettre en évidence la relation entre les grandes inclinaisons et les fortes excentricités, bien souvent utilisée depuis Tisserand, et qui paraît inhérente à toutes les hypothèses cosmogoniques imaginées jusqu'ici.

§ 3. — Géologie

L'origine des nitrates dans les cavernes.

— M. E.-A. Martel, analysant dans la *Géographie*¹, un récent Mémoire d'un géologue américain, M. Hess, sur l'origine des nitrates des cavernes, nous donne à ce sujet les intéressantes indications que voici:

« L'origine des nitrates, du salpêtre, si abondants dans certaines cavernes d'Amérique (Mammoth, Wyandot, Luray), qu'ils donnèrent lieu, pendant les guerres de 1812 et de Sécession, à une active exploitation pour

la fabrication de la poudre, était attribuée à la décomposition des matières animales, notamment du guano de chauve-souris. Observant que les nitrates se rencontrent dans les cavernes, à de considérables distances souterraines où n'ont point l'habitude d'aller les hélicoptères, M. Hess est arrivé à douter que cette explication fût la vraie. Il s'est livré à de nombreuses et savantes analyses de terres extérieures et intérieures, avec ou sans nitrates; il en a conclu que les nitrates des cavernes ont été amenés du dehors par les eaux d'infiltration, à travers les fissures des voûtes. Extérieurement, les eaux entraînent ces nitrates, formés par la décomposition d'amas de matières végétales; intérieurement, elles les déposent dans les eaux des cavernes, en s'y incorporant et en précipitant à nouveau les nitrates entraînés.

« L'explication de M. Hess paraît très plausible; remarquons qu'elle est, en tout, pareille à celle reconnue depuis longtemps pour la formation des concrétions calciques (stalagmites et stalactites). L'eau perd à nouveau ses nitrates, de même qu'elle se dépouille, d'une part, de la calcite (carbonate de chaux), d'autre part, de l'acide carbonique qu'elle contenait. Comme l'évaporation seule peut amener ce résultat, il faut, pour la précipitation des nitrates, que deux conditions soient réalisées: absence d'eaux courantes (qui continueraient l'entraînement) et équilibre entre la quantité infiltrée et celle d'eau évaporée. Ces conditions, notons-le bien, sont nécessaires également pour la formation des concrétions calcaires. »

§ 4. — Biologie

De la double spécificité des sérums précipitants. — On sait¹ que, si l'on injecte à quatre ou cinq reprises espacées de six à huit jours, à un animal *a* d'espèce A, du sérum d'un animal d'espèce B, le sérum de *a* acquiert la propriété de précipiter le sérum d'un animal d'espèce B et de cette espèce seulement. Il y a là une première spécificité remarquable ayant donné lieu à des applications pratiques importantes (caractériser le sang humain par exemple).

Dans un travail présenté comme thèse de doctorat en Médecine à la Faculté de Médecine de Lille, M. Vansteenberghe insiste sur une seconde spécificité des sérums précipitants; sur leur *spécificité chimique*, pourrions-nous dire, pour la distinguer de la première spécificité indiquée par les expérimentateurs et qu'il conviendrait d'appeler la *spécificité zoologique*.

M. Nollé, et après lui quelques autres, ont établi que, dans le sérum des animaux B, la substance utile pour faire apparaître dans le sérum de *a* la propriété précipitante, est la sérumglobuline. On peut, en effet, faire apparaître cette propriété en injectant, au lieu et place de sérum de B, des solutions de sérumglobuline, obtenue aussi pure que possible en partant de sérums de B; tandis que cette propriété n'apparaît pas à la suite d'injections de solutions de sérumalbumine de B.

D'autre part, la substance précipitée dans le sérum de B est la sérumglobuline de ce sérum, car en ajoutant du sérum de *a* à une solution de sérumglobuline de B, on obtient un précipité; on n'en obtient pas en ajoutant du sérum de *a* à une solution de sérumalbumine de B.

M. Vansteenberghe a repris cette étude, vérifié les faits fondamentaux, exposé des conclusions fermes là où ses prédécesseurs n'avaient fourni que des indications provisoires. La propriété précipitante apparaît à la suite d'injections de globuline ou de caséine, extraites du sang, du lait, de l'œuf d'un animal d'espèce différente; elle n'apparaît pas à la suite d'injections d'albumines ou de protéoses. D'une façon générale, on peut dire qu'en injectant à un animal *a*, à plusieurs reprises, des solutions de globuline ou de caséine em-

¹ La *Géographie*, n° 8, 15 août 1901.

¹ Voir *La Revue générale des Sciences* du 15 mars 1901, p. 205.

pruntées à des liquides ou tissus organiques d'animaux d'espèce différente B, on communique au sérum de a la propriété de précipiter les solutions des substances injectées à l'animal a et celles-là seulement.

On comprend qu'il sera par là possible de caractériser des substances protéiques et de les différencier, alors que les moyens dont nous disposons jusqu'à ce jour étaient insuffisants. Injectant à des lapins du sérum de bœuf, M. Vansteenberghe a obtenu du sérum de lapin capable de précipiter le sérum de bœuf, ce qui était un fait connu, capable de précipiter le lait de vache, ou le lactosérum de vache, ou la lactoglobuline extraite du lait de vache : la lactoglobuline est donc identique à la sérumglobuline. Inversement, injectant à des lapins du lait de vache, il a obtenu des sérums de lapins capables de précipiter le lait de vache, ce qui était un fait connu, et capables de précipiter le sérum de bœuf.

M. Vansteenberghe n'a pas multiplié les exemples de semblables recherches physio-chimiques ; il s'est contenté de poser le principe de la méthode. Il sera possible sans doute d'établir entre les substances protéiques des distinctions plus précises qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Il sera possible de donner de nouvelles preuves de la différence fondamentale du fibrinogène et de la fibrine, du caséogène et de la caséine, etc.

M. Vansteenberghe a eu le grand mérite, dans son travail, de ne pas suivre la voie toute tracée par les expérimentateurs qui l'ont précédé ; son travail méritait une mention spéciale, car il contient l'indication d'une méthode nouvelle permettant de caractériser les espèces chimiques de la famille protéique.

§ 5. — Hygiène publique

Le passage des microbes à travers les filtres. — M. W. H. Horrocks, professeur-adjoint d'hygiène, à l'École de Santé militaire de Netley, vient de se livrer à une intéressante étude comparative des filtres Chamberland et Berkefeld¹. Il a cherché à observer par des expériences directes si la filtration d'une culture de bacilles typhiques par les bougies Chamberland et Berkefeld est suivie de l'apparition de ce bacille dans le filtrat, et pendant quel nombre de jours il en demeure indemne.

Le procédé adopté est le suivant : Une bougie Berkefeld (n° 12 du Catalogue), placée dans un cylindre de verre, fut solidement maintenue en position par une vis de serrage. Le tube métallique de décharge fut alors relié, au moyen d'un fort tuyau de caoutchouc préalablement enfilé sur un robinet, à un court tube en verre qui traversait un bouchon de caoutchouc enfoncé lui-même d'une manière étanche dans un flacon de Kitasato.

Le col du flacon et l'orifice du cylindre de verre étaient bouchés avec de la ouate. Tout l'appareil était ensuite placé dans le stérilisateur, et passé à la vapeur pendant une heure. On le laissait refroidir : la bougie filtrante et l'enveloppe en verre étaient soutenues dans la position verticale par un support à burette ordinaire, et on introduisait 50 centimètres cubes de bouillon stérile dans le flacon avec toutes les précautions possibles. Le robinet étant mis en position sur le tube de caoutchouc de manière à séparer la bougie et le cylindre en verre du flacon, on rendit étanches tous les joints de l'appareil à l'aide de cire paraffinée. On remplit alors le cylindre de bouillon, de manière à recouvrir complètement la bougie filtrante sans toucher au bouchon de ouate. On ouvrit le robinet et on laissa filtrer 10 centimètres cubes du bouillon contenu dans le cylindre de verre, de la bougie dans le flacon. La filtration s'opérait simplement en vertu de la pression atmosphérique, et la bougie

fonctionnait dans des conditions qui permettaient à son influence moléculaire d'agir en plein. L'appareil fut alors placé dans un casier maintenu à la température moyenne de 23° C. Après quarante-huit heures, le bouillon du cylindre et celui du flacon étaient parfaitement clairs, ce qui prouvait que les manipulations n'avaient en rien contaminé le liquide. On ensemença alors le bouillon du cylindre avec une cuillerée d'une culture de B. typhique sur agar âgée de vingt-quatre heures. Le lendemain, le bouillon était trouble dans tout le cylindre, mais celui du flacon était parfaitement clair. On ouvrit alors le robinet et on laissa filtrer 10 centimètres cubes du contenu du cylindre, qui allèrent dans le flacon. Le lendemain, le bouillon continuant à être parfaitement stérile, on fit de nouveau filtrer 10 centimètres cubes comme précédemment. Le même système de filtration fut employé de jour en jour et la quantité de bouillon filtrée chaque jour fut remplacée dans le cylindre par du bouillon stérile, la manipulation étant faite avec toutes les précautions possibles. Le bouillon du flacon de Kitasato demeura parfaitement clair pendant quatre jours : le cinquième jour, on le trouva légèrement trouble ; on en retira quelques gouttes au moyen d'un fil de platine introduit dans le col du flacon, puis déposé sur une couche d'agar. La culture obtenue présentait tous les caractères du bacille typhique.

M. Horrocks a exécuté neuf autres essais analogues avec des bougies Berkefeld et a réussi à faire passer le bacille dans le filtrat à des dates diverses, mais toutes inférieures au onzième jour.

Il a ensuite expérimenté des bougies Chamberland avec des eaux d'égout, des eaux résiduaires, des eaux de réservoir polluées, ensemençées à plusieurs reprises avec de larges doses de bacilles typhiques. Les opérations ont été poussées pendant trois semaines sans qu'on pût découvrir de bacille typhique dans le filtrat ; on avait d'ailleurs soin de s'assurer que le liquide à filtrer contenait toujours une grande quantité de bacilles typhiques vivants.

M. Horrocks termine son Mémoire par les conclusions suivantes :

1° Les bacilles typhiques ne sont pas capables de proliférer à travers les parois de la bougie Chamberland, et si l'on prend des soins suffisants pour empêcher le passage direct des bacilles à travers les fissures du corps filtrant ou les imperfections des joints, le filtre Chamberland doit donner une protection complète contre la fièvre entérique d'origine hydrique ;

2° Les bacilles typhiques peuvent proliférer à travers les parois de la bougie Berkefeld, probablement à cause de la dimension plus grande des pores, et la diminution des influences d'immobilisation et de dévitalisation. Le temps nécessaire pour que les bacilles typhiques traversent une bougie varie de quatre à onze jours, et semble dépendre principalement de l'alimentation fournie aux organismes par le milieu dans lequel ils existent. Si l'on veut obtenir une protection complète contre la fièvre entérique d'origine hydrique, lorsqu'on emploie des filtres Berkefeld, il est nécessaire de stériliser les bougies dans l'eau bouillante tous les trois jours.

§ 6. — Sciences médicales

Institut Pasteur : Cours d'Analyse et de Chimie appliquée à l'Hygiène. — Le Cours et les manipulations du nouveau service d'Analyse et de Chimie appliquée à l'Hygiène (2^e année), commenceront le mardi 5 novembre.

Ce Cours s'adresse spécialement aux pharmaciens, médecins et chimistes industriels.

Il peut donner lieu à un certificat.

Pour les conditions, s'adresser, 26, rue Dutot (Service d'Analyse).

¹ *British Medical Journal*, n° 2111, 15 juin 1901, p. 1471.

LES BLASTOMYCÈTES PATHOGÈNES

Depuis quelques années, il est souvent question, dans la littérature médicale, de Blastomycètes pathogènes ; mais les médecins auraient peine à trouver, dans les ouvrages généraux qui traitent soit de Botanique, soit de Pathologie, des notions assez explicites pour leur apprendre si les Blastomycètes forment un groupe de parasites bien circonscrit par ses caractères morphologiques, par ses propriétés biologiques, par son mode d'action sur l'organisme humain ; si, d'autre part, les *blastomycoses* se distinguent des autres groupes nosologiques par leurs caractères cliniques et anatomiques.

Sans vouloir prétendre que ce double problème soit, dès à présent, susceptible d'une solution définitive, sans songer à faire un exposé magistral qui marque une étape parcourue de l'évolution scientifique, il nous a semblé opportun de grouper les données acquises, afin de permettre à chaque praticien d'apprécier des cas embarrassants et d'apporter de nouvelles contributions à un chapitre encore obscur de la Pathologie.

Et d'abord, il faut nous entendre sur la signification du mot Blastomycètes. Il ne désigne pas un groupe naturel, une famille botanique fondée sur les affinités généalogiques, une série de plantes rattachées à un genre-type comme les Tubercacées se rattachent à la truffe.

Il existe bien un genre *Blastomyces*, mais, quelque étrange que cette assertion paraisse, les *Blastomyces* ne sont pas des Blastomycètes. Ce n'est point la dernière des causes de confusion dont on a, comme à plaisir, hérissé l'étude de ce groupe. Costantin et Rolland¹ nomment *Blastomyces* des champignons filamenteux dont les éléments sporiformes terminaux, latéraux ou intercalaires peuvent s'isoler par désarticulation. L'ordre des Blastomycètes, créé antérieurement par Frank², comprend les champignons, tels que la levure de bière, dont les éléments s'isolent par bourgeonnement et non par désarticulation. En vertu de la loi de priorité, il semblerait que le nom de Blastomycète, tel que l'entend Frank, doive seul subsister. Mais, si les naturalistes s'interdisent de donner le même nom à deux genres, leur législation n'a pas prévu le cas où un genre usurpe le nom d'un ordre. Par suite de cette bizarrerie des règles de la nomenclature, le genre de Costantin et Rolland est légal. Heureusement pour la clarté de notre

sujet, il n'est pas légitime et il tombe en raison de l'insuffisance de ses caractères distinctifs, qui n'ont pas une valeur générique.

Le terme de Blastomycètes s'est maintenu en Botanique et vulgarisé en Médecine avec une acception voisine de celle qui l'a fait introduire par Frank, mais qui doit être élargie.

D'après son étymologie (*βλάστη* bourgeon, *μύκης* champignon), il signifie champignons bourgeonnants. A-t-il en Botanique et en Médecine un sens plus spécial, plus large ou plus restreint ? Nous ne le pensons pas. Il signifie ce qu'il dit, rien de plus, rien de moins ; c'est un vocable qui, malgré sa forme grecque, appartient au langage vulgaire. La définition des Blastomycètes se confond avec leur nom. Donc, par Blastomycètes nous entendons tous les champignons qui se présentent, à un moment donné, sous forme de globules bourgeonnants, quelles que soient leurs affinités, quels que soient les aspects qu'ils revêtent à d'autres moments de leur existence. Telle espèce présente toujours ce mode de végétation, par exemple la levure de bière ; telle autre la présente seulement sous certaines conditions de milieu, par exemple le champignon du muguet.

Quand nous parlons de Blastomycètes pathogènes, nous n'invoquons donc pas l'idée de Champignons supérieurs ou de Champignons inférieurs — les plus parfaits des Champignons, les Basidiomycètes, sont Blastomycètes à leurs heures ; — nous n'affirmons pas l'existence ou l'absence de tel ou tel mode de reproduction ; nous exprimons la même idée que si nous parlions de Champignons pathogènes bourgeonnants. Ce mot est-il utile ? Sans doute ; il abrège le langage, et les formes grecques n'ont jamais rebuté le médecin ni le naturaliste. Est-il bien choisi ? Ce point est plus contestable ; il a une fâcheuse consonnance avec Phycomycètes, Ascomycètes, etc., et, sous cet habit de nom technique, il ferait croire aisément qu'il invoque des caractères botaniques précis, qu'il résume, lui aussi, un ensemble de propriétés d'où se dégage la certitude d'une affinité, d'une parenté réelle, d'une filiation commune. Il suffit d'être prévenu pour éviter cette confusion.

Tout ce que nous venons de dire revient à avertir le lecteur qu'en parlant de Blastomycètes, nous ne parlons pas le langage taxinomique ; nous adoptons une formule conventionnelle pour éviter une périphrase.

Une autre convention permettra de circonscire plus nettement notre sujet : nous laisserons

¹ COSTANTIN et ROLLAND : *Blastomyces*, genre nouveau, dans la *Soc. mycol. de France*, t. IV, 1889.

² FRANK : *Drei Natur Reiche*, III.

de côté les Champignons qui, durant l'existence parasitaire, présentent habituellement des formes filamenteuses mélangées aux globules bourgeonnants; tels sont: l'*Endomyces albicans* du muguet, le *Malassezia furfur* du pityriasis versicolor. Mais nous n'affirmons nullement que les Champignons retenus dans le cadre de cette étude soient incapables de donner aussi des filaments, s'ils vivent dans un milieu différent de l'organisme de l'homme ou des animaux à sang chaud.

Nous allons donc étudier, dans ce groupe empirique des Blastomycètes, les parasites de l'homme qui s'offrent, à l'examen médical, principalement sous forme de végétation globuleuse et bourgeonnante.

I

L'importance médicale des Blastomycètes fut entrevue dès le jour où l'on reconnut la nature végétale de la levure de bière. On ne songea point, tout d'abord, à chercher dans ce groupe les agents spécifiques de plusieurs maladies. Pouvait-il en être autrement il y a 60 ans, alors que le microscope ne percevait aucun détail de structure dans les levures, et que l'analyse morphologique, seule base connue des distinctions spécifiques en Botanique, ne parvenait à y saisir aucun caractère différentiel? On ne songeait même pas à discuter l'unité du *cryptocoque du ferment*.

C'est donc au cryptocoque du ferment, à cette végétation aquatique rappelant les algues les plus inférieures, que Vogel¹, en 1842, compare le parasite du muguet. C'est au même cryptocoque que l'on rapporte, dans les années suivantes, des globules ovales ou elliptiques aperçus à la surface des muqueuses, dans les déjections, les urines, les matières vomies. Ces observations sont faites sur des malades atteints d'affections diverses et surtout de ces affections à étiologie obscure: diabète, typhus, choléra, qui tentent naturellement la sagacité des chercheurs en quête de nouveauté. Ces constatations sommaires ne pouvaient ébranler le dogme intangible de la spécificité morbide, et le cryptocoque du ferment apparut, non comme un agent de maladie, mais plutôt comme l'artisan de ces fermentations d'humeurs viciées, depuis longtemps dénoncées comme l'effet et non comme la cause des maladies les plus variées.

Il ne faut pas remonter à vingt ans d'ici pour voir encore diverses affections imputées à la levure de bière ou plutôt à ce groupe collectif non défini, non analysé, que les médecins désignent sous le nom de levure, sans même se demander s'il ne confondent pas sous une rubrique commune des êtres aussi

disparates que les ferments industriels et le parasite du muguet. Toute une série d'observations de levures dans les affections gastro-entériques échappent ainsi à la critique par l'absence ou l'insuffisance des données botaniques. Les théories pathogéniques sont encore plus fantaisistes que les vagues indications qui leur servent de base, soit qu'elles invoquent un empoisonnement par l'acide carbonique produit dans l'estomac par les ferments ingérés, soit qu'elles soutiennent que la levure en excès dans la boisson passe dans le sang, dans l'urine, et peut même s'échapper par la peau en causant l'acné et le psoriasis!

Cependant, la conception du rôle pathogène des Blastomycètes s'est modifiée depuis que la diversité des levures ressort, non seulement de la forme et de la structure, mais encore des propriétés physiologiques et des actions variées exercées sur le milieu qui leur sert de support et d'aliment.

La vogue des levures comme médicament n'a pas subi les mêmes vicissitudes que l'appréciation de leur action délétère. Dès 1852, la levure de bière est préconisée par M. Mosse dans le traitement des furoncles. D'autres la chargent d'aller détruire le sucre dans l'organisme des diabétiques, sans avoir beaucoup à se louer de ses services. Les théories thérapeutiques reflètent les théories pathogéniques. Pendant cette période primitive, la fermentation qui transforme les humeurs semblait susceptible d'être, selon les circonstances, nuisible ou salutaire.

Plus tard, s'ouvre l'ère des microbes, et aussitôt se révèle l'antagonisme des bactéries et des levures. Pasteur dénonce les bactéries comme les pires ennemis des ferments industriels. Tandis que les brasseurs cherchent à éliminer des cuves les microbes, ferments de maladie, Heer¹ (1888) songe à susciter aux bactéries pathogènes la concurrence de la levure en l'introduisant, soit dans l'intestin des typhoïdants, soit dans la gorge des diphtériques. Boinet et Roeser² la préconisent dans la diarrhée de Cochinchine et dans le muguet. Les auteurs récents la recommandent dans la leucorrhée vaginale, la vaginite blennorragique, la constipation³, la pneumonie⁴, la bronchopneumonie, les furoncles, les orgelets, etc.

On ne sait trop si la levure est utile en faisant concurrence aux microbes. On pourrait invoquer en faveur de cette interprétation les expériences

¹ HEER : (*Deutsche medic. Zeitung*, n° 68, 1888), d'après Boinet et Roeser.

² BOINET et ROESER : Action de la levure de bière... (*Bull. gén. de Thérapeutique*, CXIX, 30 sept. 1890).

³ BLANCHER : La levure de bière dans le traitement des entérites (*Thèse méd.*, Paris, 1900).

⁴ MARIE : Traitement de la pneumonie par la levure de bière (*Soc. méd. des Hôpitaux*, 18 mai 1900).

¹ VOGEL : (*Allg. Zeitung für Chirurgie*, 1842).

de Boïnet et Roeser (1890) sur l'atténuation des virus charbonneux ou typhoïde inoculés avec la levure, celles de d'Arsonval et Charrin¹ (1893) sur la concurrence vitale entre le bacille pyocyanique et la levure de bière. Faisans² (1900) considère la levure comme un agent de désinfection gastro-intestinale dans la grippe et la fièvre typhoïde. Lassar³ (1899), à propos de la leucorrhée vaginale, croit à un parasitisme substitutif. Il se pourrait aussi bien que l'action fût imputable aux produits de la fermentation, car Murer⁴ ne la constate qu'en présence du sucre. Hallion⁵ (1899) pense que la levure atténue la toxine diphtérique en entretenant l'acidité du milieu; Nobécourt⁶ est du même avis. Peut-être enfin n'agit-elle ni comme parasite, ni comme ferment, ni comme être vivant, mais comme un vulgaire laxatif; Ross⁷ (1900) trouve la levure stérilisée plus efficace contre la constipation que la levure avalée vivante.

La levure de bière, plus ou moins pure, plus ou moins exactement déterminée, est le seul Blastomycète essayé en Thérapeutique, si nous exceptons quelques essais de sérothérapie dont nous discuterons les résultats après avoir examiné la nature des affections auxquelles on a voulu opposer ce remède. En somme, les Blastomycètes n'offrent guère à la Thérapeutique qu'un remède empirique, préconisé depuis une cinquantaine d'années avec des alternatives de vogue et d'oubli, et dont le mode d'action est trop mal défini pour éclairer la biologie des parasites de ce groupe.

Au contraire, le rôle pathogène de ces champignons devient très envahissant: ils sont observés dans des affections banales, telles que les troubles digestifs, les angines⁸, les endométrites, les otites moyennes, les dermatoses; de nouveau, ils sont accusés de causer les maladies occultes comme le typhus et la rage. Enfin, toute la gamme des néoplasies, depuis les simples kystes, les tuméfactions

inflammatoires jusqu'aux tumeurs malignes, dont l'étiologie reste un des points les plus controversés de la médecine contemporaine, devrait, s'il faut en croire quelques auteurs, rentrer dans le cadre des blastomycoses.

Les Blastomycètes n'auraient plus, dans ces maladies diverses, le rôle accessoire et uniforme attribué jadis au cryptocoque du ferment: ce seraient des agents spécifiques au même titre que le bacille diphtérique ou, tout au moins, que les Actinomycètes. En un mot, les Blastomycètes tendraient à prendre en Pathologie une importance analogue à celle des bactéries.

Les praticiens ont peine à accepter des assertions aussi imprévues. On s'étonne que des parasites relativement volumineux aient été si longtemps méconnus, alors qu'on appliquait des méthodes suffisantes pour déceler des êtres plus petits et plus délicats. Cependant, on considérera que la délicatesse de la technique est moins essentielle dans ce genre de recherches que son appropriation exacte au but poursuivi. Dans les cancers, par exemple, on a cherché des bactéries ou des protozoaires. Or, les réactifs qui fixent les tissus pathologiques et les parasites animaux dont la consistance approche de celle des cellules humaines, de même que les caustiques qui sacrifient les éléments anatomiques pour faire ressortir les microbes de consistance plus ferme, laissent transparentes les membranes végétales et déforment le protoplasme, au point de rendre une levure méconnaissable. On a tout fait pour voir autre chose que des Blastomycètes, et tous les progrès de la technique tendent à dissimuler davantage ces champignons, au cas où il s'en trouverait dans les tissus malades.

Nous n'avons donc pas lieu d'être surpris de la découverte de Blastomycètes dans des affections où les parasites ont été longtemps recherchés sans succès.

Ce n'est pas à dire que tous les résultats annoncés dans cette voie nouvelle de recherches offrent un égal degré de certitude, une semblable garantie d'authenticité. Il faut faire la part de l'engouement et des conclusions prématurées, basées sur des analogies plus que sur des faits complètement clairs. Mais, sans généraliser hâtivement, sans accepter sans contrôle des théories plus retentissantes que solides, le médecin doit tenir compte des faits positifs établissant l'action pathogène de certains Blastomycètes.

11

L'existence de Blastomycètes dans l'organisme vivant, dans les tissus et les produits pathologiques, est démontrée par un grand nombre d'observations. A leur forme de globules sphériques, ovales ou

¹ D'ARSONVAL et CHARRIN: Le bacille pyocyanique et la Levure de bière (*C. R. de la Soc. de Biol.*, t. XLV, 1893).

² FAISANS: De l'emploi de la levure de bière comme agent de désinfection gastro-intestinale (*Soc. méd. des Hôpitaux*, 25 mai 1900. — *Semaine médicale*, t. XX, 1900).

³ LASSAR: La levure de bière contre la furonculose des diabétiques (*Ibid.*, 15 février 1899).

⁴ MURER: Valeur de la Levure de bière dans le traitement de la vaginite blennorrhagique (*Thèse Méd.*, Paris, 1899).

⁵ HALLION: Action de la Levure de bière et des acides qu'elle sécrète sur la toxine diphtérique (*Volume jubilaire de la Soc. de Biologie*, 1899).

⁶ NOBÉCOURT: Action *in vitro* des Levures sur les microbes et leurs toxines (*C. R. Soc. de Biologie*, 28 juillet 1900). — Le sort et le rôle des Levures introduites dans le tube digestif (*Semaine médicale*, 9 janvier 1901).

⁷ ROSS: La Levure de bière contre la constipation habituelle (*Semaine médicale*, t. XX, 1900).

⁸ DE STECKLIN: Recherches cliniques et expérimentales sur le rôle des Levures trouvées dans les angines suspectes de diphtérie (*Archives de Méd. expér. et d'Anat. pathol.*, t. X, 1898).

elliptiques, à leur structure de cellules à membrane bien distincte, à noyau fixant les matières colorantes appropriées, à la présence de bourgeons plus ou moins volumineux, adhérents par un point étroit à la cellule-mère, on reconnaît sans peine les éléments de Blastomycètes : dans les matières fécales (Demme), les écoulements vaginaux et utérins (Colpe¹, Bossi, Rossi-Doria²), le mucus retiré de la trompe d'Eustache (Maggiara et Gradenigo³). Ils sont d'observation courante dans la salive et les crachats. Ils ont été constatés dans diverses affections cutanées, telles que l'eczéma séborrhéique (Eisenberg⁴), l'acné chéloïdienne (Secchi⁵), le psoriasis (Rivolta⁶). Nous en avons vu dans des croûtes recouvrant les pustules d'ecthyma; Gilchrist et Royal Stokes⁷, dans le pus de lésions simulant le lupus; Illava⁸, dans les pustules de variole; Gonella et Guarnieri, dans la conjonctivite trachomateuse; Mazza, dans le rhinosclérome; Attiolo et Simoni, dans les amygdales hypertrophiées. Ils se sont montrés avec un aspect non moins typique dans des poches kystiques sous-cutanées (*Saccharomyces tumefaciens* de Curtis), dans le liquide puriforme obtenu par incision d'une tuméfaction d'aspect phlegmoneux (*S. granulatus* de Vuillemin et Le-grain), dans des nodules inflammatoires chroniques (*Cryptococcus hominis* de Busse), dans le farcin d'Afrique (*Cr. farciminosus* de Rivolta).

Les Blastomycètes sont parfois accumulés sans mélange en masses visibles à l'œil nu. Ainsi, ils forment de vastes enduits d'aspect crémeux à la surface des muqueuses buccale et pharyngienne. Les médecins sont portés à englober toutes les stomatites et angines crémeuses sous le nom de muguet et à les imputer à l'*Endomyces albicans*. Cependant, Troisier et Achalme⁹ ont démontré, par

une étude très complète, l'existence d'un vrai *Saccharomyces* dans une angine cliniquement semblable au muguet. Le diagnostic différentiel a son importance, car le Blastomycète de Troisier et Achalme, que nous appellerons *Saccharomyces Anginae* (fig. 1), ne possède pas, comme les Hypo-



Fig. 1. — *Saccharomyces Anginae*. Globules bourgeonnants et asques (d'après Troisier et Achalme).

mycètes auxquels se rattache l'*Endomyces albicans*, de filaments capables de s'insinuer, par le fait même de leur végétation, jusque dans la profondeur des tissus. Ce diagnostic est d'ailleurs délicat, car le champignon du muguet donne surtout, à la sur-



Fig. 2. — A. Blastomycète simulant le muguet buccal; a, chlamydo-spore; B, *Endomyces albicans* du muguet buccal au même grossissement.

¹ COLPE : Hefezellen als Krankheitserreger im weiblichen Genitalkanal (*Archiv für Gynäkologie*, t. XLVII, 1894).

² ROSSI-DORIA : La teoria blastomicetica del cancro (*Il Policlino*, t. I, 1894). — I blastomiceli nel sarcoma puerperale infettante (*Ibid.*, t. III, 1896).

³ MAGGIARA e GRADENIGO : Bakteriologische Beobachtungen über den Inhalt der Eustachischen Trompete bei chronischen katarrhatischen Mittelohrentzündung. (*Centr. f. Bakt.*, t. VIII, 1890).

⁴ EISENBERG : *Bakteriologische Diagnostik*, 1891.

⁵ SECCHI : Ueber die pathogene Wirkung der Blastomyceten und ihre Bedeutung in der Aetiologie der Neubildungen and anderer Krankheiten (*Monatshfte für prakt. Dermatologie*, t. XXV, 1897).

⁶ RIVOLTA : *Parassiti vegetali*, 1873.

RIVOLTA e MICELLONE : (*Giorn. di Anat. e Fisiol. degl. Animali*, 1883).

⁷ GILCHRIST and ROYAL STOKES : The presence of an oidium in the tissues of a case of pseudolupus vulgaris (*Ibid.*, III). — A case of pseudolupus vulgaris caused by a blastomycetes (*The Journal of exp. Med.*, t. III, 1898).

⁸ ILAVA : Vyzman mikroorganismu pri variole (Prag., 1887 et *Centr. f. Bakt.*, t. II, 1887).

⁹ TROISIER et ACHALME : Sur une angine parasitaire causée par une levure, et cliniquement semblable au muguet (*Arch. de Méd. expér.*, t. V, 1893).

face des enduits, des globules bourgeonnants en proportion assez considérable pour masquer les filaments si l'examen n'est pas suffisamment approfondi. Les difficultés de ce diagnostic s'appliqueront dès que l'attention des praticiens sera éveillée. Le *S. anginae* ne se distingue pas seulement de l'*E. albicans* par le caractère négatif de l'absence

de filaments; ses globules sont deux fois plus gros; les asques et les spores obtenus dans les cultures sont d'une forme toute différente. Divers auteurs n'ont vu que des globules dans de prétendus muguet. De mon côté, j'ai rencontré, dans un cas diagnostiqué comme muguet buccal, un Blastomycète différant à la fois de l'*E. albicans* et du *S. auginae* (fig. 2; le sujet est loin d'être épuisé).

Des Blastomycètes disséminés dans des liquides en moindre quantité attirent l'attention par leur couleur. Maintes fois on a signalé des levures roses dans la bouche, le pharynx, la trompe d'Eustache, la séborrhée; le *S. granulatus*, que j'ai observé avec Legrain¹, donnait une teinte spéciale au liquide séro-sanguinolent issu de l'incision des tumeurs inflammatoires.

La recherche des Blastomycètes dans l'intérieur des tissus malades ne donne pas, en général, de résultats aussi évidents que l'examen des sécrétions ou des enduits. Les éléments rapportés par les auteurs aux Blastomycètes ne présentent plus l'aspect classique des levures.

Dans les ganglions lymphatiques d'un bœuf atteint de carcinome du foie avec généralisation à tout le système lymphatique, Sanfelice² découvrit, en 1895, des globules qu'il rattache aux Blastomycètes sous le nom de *Saccharomyces lithogènes*. Cette observation fut le pivot d'une théorie nouvelle sur l'étiologie du cancer, théorie insuffisamment étayée jusqu'alors par des données anatomiques et expérimentales. Mais les globules en question étaient revêtus d'une capsule calcifiée, ou même encastrés dans des masses pierreuses de grande étendue, au sein desquelles la structure d'une cellule végétale était singulièrement masquée. Des capsules douées d'un éclat vitreux revêtent les éléments du *Blastomyces vitro simile degenerans*, signalé par Roncali³ dans une série de tumeurs malignes de l'homme.

Les globules observés dans les tissus ne s'écartent pas seulement de la description classique des levures par les caractères de leur enveloppe; le contenu n'est pas moins aberrant. On ne saurait comparer aux spores endogènes des *Saccharomyces* de petits grains cocciformes, signalés par divers auteurs dans l'intérieur des globules, capables de s'en échapper et de reproduire la plante. Dans des globules logés dans un sarcome des ganglions mésentériques, Corselli et Frisco⁴ décrivent des granulations noires, réfringentes, qui grandissent et deviennent libres par éclatement de la membrane. Dans le pus des chevaux japonais atteints d'une lymphangite épizootique analogue au farcin d'Afrique, Tokishige⁵ trouve des Blastomycètes contenant un petit noyau cocciforme, fortement réfringent, animé d'actifs mouvements, et de petits corps semblables, libres entre les cellules, isolés ou unis en diplocoques. D'après Bra⁶, les parasites globuleux des tumeurs malignes présentent, à un certain stade, un contenu sporulé et sont ensuite réduits à leur membrane d'enveloppe irrégulièrement gaufrée. Inutile d'ajouter que Bra croit trouver aussi des périthèces entières, analogues à ceux des *Nectria*, dans l'intérieur des tumeurs malignes. De telles interprétations ne soutiennent pas l'examen⁴. Dans du tissu frais de carcinome, Rosenthal⁵ et Léopold⁶ observent des granulations mobiles, contenues dans les cellules ou s'en échappant activement.

Toutes ces formations observées dans les cellules parasites sont mal définies. Rien ne permet de leur assigner la valeur d'un organe spécial qui manquerait aux levures ordinaires. Effectivement, l'histologie des Blastomycètes n'a pas été étudiée avec la même précision sur les éléments enfouis dans les tissus malades que sur les abondantes végétations des cultures; la fine structure du protoplasme et du noyau de la cellule de levure n'a pas été recherchée dans les inclusions des tumeurs. Notre igno-

¹ VUILLEMIN et LEGRAIN : Sur un cas de saccharomycose humaine (*Archives de Parasitologie*, t. III, 1900).

² SANFELICE : Ueber eine für Thiere pathogene Sprosspilzart (*Centr. f. Bakt.*, XVII, 1895). — Ueber die pathogene Wirkung der Sprosspilze, *Ibid.*. — Ueber einen neuen pathogenen Blastomyeten welcher innerhalb der Gewebe unter Bildung kalkartig aussehender, Massen degenerirt (*Centr. f. Bakt.*, XVIII, 1895). — Ein weiterer Beitrag... (*Centr. f. Bakt.*, XXIV, 1898). — Ueber die pathogene Wirkung der Blastomyeten I-V Abhandlungen (*Zeitschr. f. Hyg.*, XXI-XXIX, 1896-1898). — Ueber die Immunität gegen Blastomyeten (*Centr. f. Bakt.*, XX, 1896). — Note à la Société i. r. des médecins de Vienne, 16 nov. 1906 (*Sem. médic.*, t. XX, 1906).

³ RONCALI : Die Blastomyeten in den Adeno-Carcinomen der Ovariums (*Centr. f. Bakt.*, t. XVIII, 1895). — Die Blastomyeten in den Sarkomen (*Ibid.*). — Di un nuovo blastomiceto isolato da un epitelioma... (*Centr. f. Bakt.*, t. XX, 1896). — Klinische Beobachtungen und histologische und mikrobiologische Untersuchungen über einen Fall von primärem Adenocarcinom (*Centr. f. Bakt.*, t. XXIV, 1898). — Sopra un caso di epitelioma delle mammella del maschio. (*Supplem. al Policlinico*, 13 octobre 1900).

⁴ CORSELLI und FRISCO : Pathogene Blastomyeten beim Menschen. (*C. f. Bakt.*, t. XVIII, 1895).

⁵ TOKISHIGE : Ueber pathogene Blastomyeten (*Centr. f. Bakt.*, XIX, 1896).

⁶ BRA : D'un champignon parasite du cancer (*C. R. Soc. Biol.*, 1898). — Le champignon parasite du cancer (*Presse médic.*, 23 févr. 1899). — Culture de *Nectria*, parasite des chancre des arbres. Analogies de ces cultures avec celles du champignon parasite du cancer humain (*C. R. Acad. Sc.*, 10 juillet 1899). — *Le cancer et son parasite* (Paris, 1900).

⁴ VUILLEMIN : Cancer et tumeurs végétales (*Bulletin des séances de la Soc. des Sciences de Nancy*, 15 février 1900).

⁵ ROSENTHAL : Ueber Zellen mit Eigenbewegung des Inhalts beim Carcinom des Menschen und über die sog. Zelleinschlüsse auf Grund von Untersuchungen an lebensfrischen Material (*Archiv. f. Gynäkologie*, t. LI, 1896).

⁶ LEOPOLD : Untersuchungen zur Etiologie des Carcinoms und über die pathogenen Blastomyeten (*Archiv für Gynäkologie*, t. LXI, 1900).

rance tient à des difficultés techniques ; il faut également faire la part des erreurs d'interprétation émanant de savants moins versés dans les connaissances botaniques que dans les connaissances pathologiques. Rien ne prouve, par exemple, que les diplocoques de Tokishige et de Bra correspondent aux granulations observées dans l'intérieur des globules levuriformes. Nous admettrons difficilement que les corpuscules de Léopold soient comparables aux zoospores par leur motilité, quand l'auteur nous déclare que le mouvement persiste dans les cellules plongées dans l'acide chlorhydrique et même dans des fragments de tissu enrobés depuis trois jours dans la paraffine. Des organismes si délicats n'auraient pas survécu à

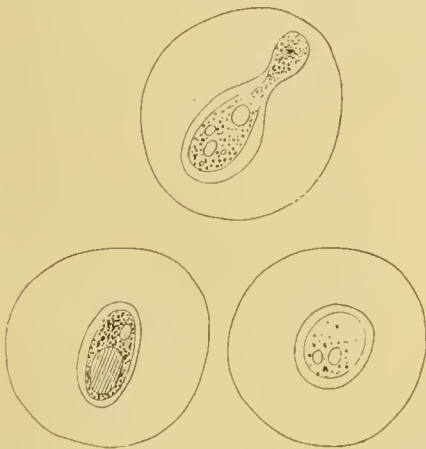


Fig. 3. — *Saccharomyces tumefaciens*. Formes parasitaires munies de grosses capsules gélatineuses (Curtis).

l'action préalable des liquides fixateurs et déshydratants.

On peut négliger, comme insuffisamment établies, les données concernant les formations endogènes spéciales à l'état parasitaire des Blastomycètes.

Il est, au contraire, parfaitement établi que les globules provenant des tissus possèdent souvent une capsule volumineuse d'aspect pierreuse ou vitreuse, qui n'est point habituelle chez les levures. Mais l'expérience a prouvé que des globules encapsulés, provenant des tissus, donnent des Blastomycètes typiques. Ainsi Sanfelice, Roncali obtiennent des cultures caractéristiques en plaçant dans des milieux nutritifs des fragments de tumeurs contenant, d'après le premier, le *Saccharomyces lithogenes* ; d'après le second, le *Blastomyces vitro simile degenerans*. Restait à prouver que les cultures provenaient bien des corps calcifiés ou vitreux et non de germes masqués dans la masse néoplasique. Les Blastomycètes, débarrassés par repiquages successifs des impuretés que la semence d'origine aurait pu entraîner, ont été inoculés à des cobayes. Dans les expériences de Roncali comme

dans celles de Sanfelice, les animaux présentèrent des globules encastés dans une gangue pierreuse ou vitreuse au milieu de nodules inflammatoires. Les masses pierreuses provenant du rein d'un cobaye inoculé, placées dans de l'eau stérilisée, se décalcifient progressivement dans une période de vingt-quatre à quarante-huit heures ; il ne reste plus, autour de la membrane fine et réfringente de la cellule levuriforme, qu'une capsule hyaline. Une semblable capsule hyaline s'est montrée autour des cellules contenues dans les tissus, à la suite de l'inoculation de levures banales pratiquée par Sanfelice et Nesczadimenko¹.



Fig. 4. — *Cryptococcus Hominis* (Vieille culture sur jus de pruneaux d'après Busse).

La démonstration est complète : les enveloppes pierreuses, débarrassées de la substance incrustante, prennent le caractère de capsules hyalines. Des globules encapsulés engendrent des globules à membrane mince, et réciproquement. Par conséquent, les capsules qui, par leur développement extrême, ont frappé les anatomistes, peuvent fort bien appartenir à des Blastomycètes.

Nous dirons plus : elles représentent un organe normal des Blastomycètes. Chez le *Saccharomyces tumefaciens*, dont la capsule atteint un prodigieux développement dans le produit pathologique, Curtis² l'a retrouvée sans peine dans les cultures (fig. 3) ;

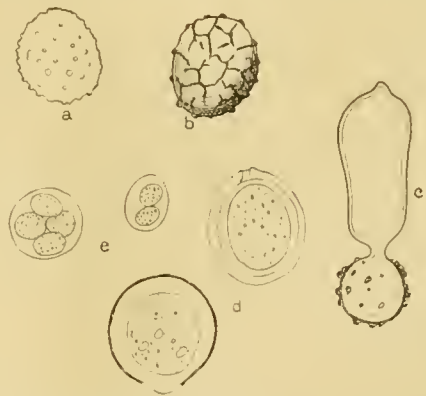


Fig. 5. — *Saccharomyces granulatus*. — a, b, aspect de la surface : granules isolés ou confluents en réseau ; c, forme allongée ; d, chlamydospores ; e, asques.

chez le *Cryptococcus Hominis*, Busse³ l'a reconnue dans les milieux artificiels (fig. 4), dès que son

¹ NESZADIMENKO : Zur Pathogenese der Blastomyceten (*Centr. f. Bakt.*, t. XXV, 1899).

² CURTIS : Contribution à l'étude de la saccharomycose humaine (*Ann. de l'Institut Pasteur*, t. X, 1896). — A propos des parasites du cancer (*Presse méd.*, 11 mars 1899).

³ O. BUSSE : Ueber parasitäre Zelleinschlüsse und ihre

attention eut été éveillée par les observations de Curtis; chez le *Saccharomyces granulatus*, elle forme un revêtement orné d'élégantes saillies ponctiformes ou soudées en réseau (fig. 5). D'une façon plus générale, la membrane des Blastomycètes se compose de deux couches, dont l'externe, généralement réduite à une mince pellicule, s'épaissit et se différencie sous diverses influences. Cette sorte de cuticule, prenant un développement insolite dans les tissus malades, devient la capsule.

Ce développement exagéré est considéré à tort comme un signe de dégénérescence; les globules du *S. tumefaciens* se multiplient abondamment, malgré la capsule géante qui les protège. Il résulte assurément de l'action du milieu hospitalier sur le parasite; mais chaque espèce réagit à sa manière contre la provocation des tissus auxquels elle dispute le terrain; suivant ses tendances propres, elle donnera des capsules minces ou épaisses, hyalines, cornées ou pierreuses. Les capsules représentent, en un mot, une adaptation parasitaire de la couche superficielle de la membrane des Blastomycètes.

Il est donc démontré que les Blastomycètes sont capables de vivre dans l'intimité des tissus et s'adaptent à ce milieu exceptionnel, en prenant des caractères aberrants, qui les feraient méconnaître par des observateurs non prévenus.

Partant de cette donnée exacte, divers observateurs rapportent sans hésiter aux Blastomycètes les corps avides de couleur qu'ils observent dans les tumeurs et qui répondent à peu près, par leur forme et leurs dimensions, aux cellules de levures. Roncali, Binaghi¹, Aievoli², s'engagent hardiment dans cette voie et concluent de leurs observations que les Blastomycètes existent constamment dans les tumeurs malignes. Les partisans de la théorie trouvent des arguments jusque dans les observations destinées à démontrer l'intervention des Protozoaires. Albarran³, Banti⁴, Gilchrist⁵ avaient antérieurement mentionné des phénomènes de bourgeonnement peu conformes au mode d'évolution des animaux.

Züchtung (*C. f. Bakt.*, t. XVI, 1894). — Ueber Saccharomykosis hominis (*Virchow's Archiv*, t. CXL, 1893, et t. CXLIX, 1896). — *Die Hefen als Krankheitserreger* (Berlin, 1897).

¹ BINAGHI: Ueber das Vorkommen von Blastomyceten in den Epitheliomen und ihre parasitäre Bedeutung (*Z. f. Hygiene*, XXIII, 1896).

² AIEVOLI: Osservazioni preliminari sulla presenza di blastomiceti nei neoplasmi (*Il Policlinico*, II, 1895). — Nuova contribuzione allo studio dei blastomiceti nei neoplasmi (*Riforma medica*, nov. 1895). — Ricerche sui Blastomiceti nei neoplasmi (*Centralblatt für Bakter.*, XX, 1896).

³ ALBARRAN: Sur les tumeurs épithéliales contenant des psorospermies (*C. R. Soc. de Biologie*, 1889).

⁴ BANTI: I parassiti nella malattia mammaria del Paget (*Lo Sperimentale*, t. XLVIII, 1894).

⁵ GILCHRIST: A case of blastomycetic dermatitis in man (*J. Hopkins Hospital Reports*, t. I., 1896).

Les corps fuchsinophiles, décrits d'abord par Cazia¹ comme les produits d'une dégénérescence hyaline des cellules cancéreuses, avaient été, peu après, considérés par Russell² comme des cellules parasites. L'auteur anglais n'était pas éloigné de les rapporter aux Blastomycètes; mais il songeait d'autant moins à en faire les agents spécifiques du cancer, qu'il en avait retrouvé d'analogues dans des lésions syphilitiques ou tuberculeuses. D'ailleurs, les travaux de Soudakewitch³, Foa⁴, Ruffer et Walker⁵, Metchnikoff⁶, etc., avaient mis les Sporozoaires à la mode et les corps avides de fuchsine tombaient dans l'oubli, quand les découvertes de Sanfelice attirèrent de nouveau l'attention sur ces productions mal définies. Cependant personne n'a constaté en eux la structure d'une cellule de champignon. Pianese⁷ combat énergiquement leur assimilation aux Blastomycètes, tant par des raisons histologiques que par des preuves expérimentales. Il a constaté l'apparition de corps de Russell dans les

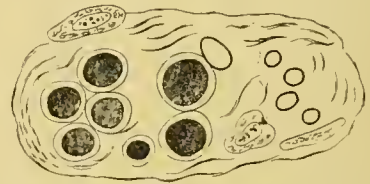


Fig. 6. — Corps de Russel se produisant à la suite d'une injection de sublimé (d'après Pianese).

tissus dégénérés sous l'influence d'injections aseptiques de sublimé (fig. 6).

Les données histologiques sont, en somme, insuffisantes pour démontrer que les inclusions des tissus cancéreux soient des Blastomycètes. Quand les descriptions sont assez vagues pour justifier l'hésitation entre un Blastomycète et un Protozoaire, ou même un produit d'altération d'un tissu humain, il nous paraît sage de conclure, en bonne logique, qu'elles sont insuffisantes pour appuyer l'une ou l'autre des théories en présence.

¹ CAZIA: Contribution à l'étude des dégénérescences cellulaires (*Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, t. XXVI, 1900).

² RUSSELL: An adress on a characteristic organism o cancer (*British medical Journal*, 1890).

³ SOUDAKEWITSCH: Recherches sur le parasitisme intracellulaire et intranucléaire chez l'homme (*Ann. Institut Pasteur*, 1891.)

⁴ FOA: Sui parassiti e sulla istologia patol. del cancro (*Arch. per le scienze mediche*, t. XVIII, 1893).

⁵ RUFFER and WALKER: On some parasitic protozoa found in cancerous tumours (*Journal of Pathology and Bacter.*, 1892).

RUFFER and PLIMMER: Further researches on some parasitic protozoa found in cancerous tumours (*Ibid.*, 1893).

⁶ METCHNIKOFF: Carcinomes et coccidies (*Revue générale des Sciences*, t. III, 1892).

⁷ PIANESE: Su i corpi fuchsinofili di Russell (*Archives de Parasitologie*, t. I, 1898).

Des preuves physiologiques ont été invoquées à l'appui des renseignements imparfaits de l'histologie. Léopold a pu obtenir la fermentation alcoolique en présence des tissus cancéreux; mais ce n'est là encore qu'une indication, non une preuve. Si les Blastomycètes comptent dans leurs rangs les agents les plus importants des fermentations industrielles, ils n'ont pas le monopole de cette fonction.

III

Pour prouver la nature végétale d'un corpuscule contenu dans un tissu, le procédé le plus sûr est de constater qu'il végète. Cette observation est impossible, tant que l'élément en litige est enfoui dans l'organisme; elle n'est pas pratiquement réalisable dans les tissus eux-mêmes. Léopold a bien attaqué de front la difficulté, en conservant pendant plusieurs mois des fragments de tumeurs sous le microscope plongeant dans une étuve maintenue à la température du corps; mais les conclusions qu'il tire de ces expériences sur la croissance et les mouvements des Blastomycètes dans les tissus nourriciers soulèvent de sérieuses objections.

Il est donc nécessaire d'isoler les éléments soupçonnés d'être des Blastomycètes parasites et de les cultiver. Les cultures en terrains variés ont en outre l'avantage de mettre en jeu la plasticité d'organismes très sensibles aux influences de milieu, partant de multiplier les manifestations de l'activité, de varier les caractères morphologiques et de faciliter les distinctions spécifiques.

On a isolé et cultivé sans peine les Blastomycètes agglomérés en grandes masses dans des enduits superficiels (Troisier et Achalme), dans des poches kystiques (Curtis) et ceux qui flottent librement dans les sécrétions, le pus et autres produits pathologiques. Le semis des tissus et notamment des néoplasmes donne des résultats moins constants et moins certains. Tandis que Léopold réussit du premier coup des cultures dans la gélatine ou le bouillon nutritif ordinaires, Bra, et à sa suite Chevalier¹ insistent sur la nécessité d'acclimater d'abord les Blastomycètes des cancers dans un milieu spécial ayant pour base le bouillon de mamelle. Corselli et Frisco n'obtiennent un résultat positif avec un sarcome des ganglions mésentériques qu'en faisant les premiers ensemencements sur fucus, surtout neutre ou alcalin. Roncali se trouve mieux de l'emploi des liquides acides et sucrés usités journellement dans l'étude des levures. Après maints essais infructueux, Plimmer² réussit à isoler un *Crypto-*

coccus d'un carcinome en ensemençant en culture anaérobie une infusion de tissu cancéreux additionnée de substances nutritives. Wlaiev¹ se procure aussi des cultures de Blastomycètes en semant des tissus cancéreux; Bonome² réussit dans 7 cas sur 23.

Malgré les résultats encourageants obtenus dans le carcinome du bœuf, Sanfelice ne présente qu'avec une extrême réserve les premiers résultats de ses tentatives d'isolement des parasites des tumeurs humaines. Le petit nombre des colonies obtenues laisse subsister des craintes de contamination par les germes de l'air. Effectivement le nombre des Blastomycètes qui ont germé n'est pas en rapport avec la multitude des globules observés dans les tumeurs et considérés comme agents pathogènes; ces globules restent donc stériles, au moins pour la plupart, dans les milieux de culture où ils sont introduits expérimentalement. Cela ne prouve pas qu'ils aient cessé de vivre et perdu la propriété de se multiplier dans les tissus eux-mêmes. Sans doute, beaucoup de parasites périssent dans l'organisme et finissent par être victimes des altérations qu'ils ont provoquées autour d'eux; la dégénérescence frappe à la fois les tissus malades et les agents pathogènes. Mais, comme le remarque Sanfelice, les Blastomycètes pliés aux conditions nouvelles qui leur sont imposées par leurs connexions avec les cellules de l'organisme humain, ont pris de nouvelles habitudes biologiques et ne savent plus faire usage de la liberté qui leur est brusquement rendue. L'insuccès des cultures ne nous donne pas une preuve suffisante de l'absence de Blastomycètes vivants dans les organes lésés; mais il nous prive d'une preuve importante de leur existence.

Par suite de leur viabilité affaiblie dans les conditions expérimentales, les Blastomycètes pathogènes sont aisément supplantés dans les cultures par des cultures banales qui y trouvent les conditions les plus favorables à leur extension. Aussi les résultats positifs des cultures doivent-ils être soumis à une critique rigoureuse. Il ne faut pas identifier hâtivement un Blastomycète obtenu en culture avec les éléments observés dans les tissus semés.

Dans bien des cas, la comparaison de la forme cultivée avec la forme reconnue dans les produits pathologiques est suffisamment convaincante. Plus souvent, les éléments des cultures diffèrent des glo-

isolés du cancer et leurs effets pathogéniques sur les animaux (*Revue gén. des Sciences*, t. X, 1899). — On the aetiology of cancer (*The Practitioner*, t. LXII, 1899).

¹ WLAIEV : Sérothérapie des tumeurs malignes (Mémoire présenté à l'Acad. de Médecine, 20 nov. 1900).

² BONOME : Sull' importanza dei blastomiceti nei tumori (*Atti del R. Istituto Veneto*, t. IX, 1898).

¹ CHEVALIER : Sur un champignon parasite dans les affections cancéreuses. (*C. R. Acad. Sc.*, 23 et 12 juin 1898). — Le cancer, maladie parasitaire. (*Thèse Méd.*, Paris, 1899).

² PLIMMER : Note préliminaire sur certains organismes

bules intra-organiques. Quelques espèces perdent même, dans les milieux artificiels, le caractère de Blastomycètes qui, par définition, repose sur la végétation bourgeonnante. Ainsi le *Cryptococcus degenerans* s'allonge en filaments, contrairement au *Cr. lithogenus* qui lui ressemble beaucoup, dans l'organisme, par la dégénérescence pierreuse de ses capsules. Roncali insiste sur cette différence et en conclut que son parasite est intermédiaire entre les Blastomycètes et les Oidiées. Il faudrait même aller plus loin et considérer le *Cr. degenerans* comme un Hyphomycète réduit, par adaptation parasitaire, à l'état de globules bourgeonnants, si les formations mycéliennes prennent réellement le dessus dans des conditions plus favorables de nutrition. Tokishige établit une distinction analogue entre le *Cryptococcus* de la lymphangite épizootique du Japon et le *Saccharomyces* du farcin d'Afrique. Gilchrist et R. Stokes comparent au Champignon du muguet les cultures filamentenses d'un Blastomycète isolé d'un cas de pseudolupus. Hektoen¹ obtient un Hyphomycète semblable à un *Sporotrichum* en cultivant des Blastomycètes extraits du pus d'abcès sous-cutanés. G. Memmo² avait observé dans la moelle épinière d'un enfant mort de rage, et chez des lapins inoculés avec le virus rabique, des formes semblables aux Blastomycètes signalés par Sanfelice dans les tumeurs. Les cultures ensemencées avec la substance cérébrale de l'enfant lui donnèrent un Champignon intermédiaire entre les *Saccharomyces* et les *Oidium*, c'est-à-dire un mélange de globules bourgeonnants et de filaments cloisonnés ou continus. Calmette³, ayant observé des levures dans la salive de malades atteints de typhus, vit se développer à leurs dépens des filaments spirilliformes dont la nature est peu claire.

Tous ces Champignons, inoculés aux animaux, ont reproduit dans l'organisme les formes de Blastomycètes exclusivement. Par conséquent, l'apparition de filaments ne prouve pas la contamination des cultures par des germes extérieurs distincts des Blastomycètes observés dans l'organisme.

Les asques ou sporanges caractéristiques du genre *Saccharomyces* se forment dans des conditions de milieu assez strictement déterminées. Ils se montrent pour chaque espèce dans d'étroites limites de température (Hansen) et de préférence quand les levures en voie d'active évolution sont brusquement sevrées, quand on les transporte, par exemple,

sur des blocs de plâtre (Engel), du papier buvard (Wasserzug), ou quand les globules anciens sont écartés de la gélatine nutritive par les nouvelles couches qui les soulèvent (Swan). Ces conditions ne se réalisent guère dans l'organisme. A part le *Saccharomyces farciminosus*, où les cellules endogènes (à paroi mince d'ailleurs) se montrent parfois dans le pus (fig. 7), d'après Fermi et Aruch⁴, les ascospores n'ont jamais été observées à l'examen direct des tissus ou des produits pathologiques.

Leur existence dans les cultures a été signalée par Achalmé et Troisième chez le *S. anginae*, par Busse chez le *S. tumefaciens* de Curtis. Des cellules endogènes à paroi mince, répondant à la description de Fermi et Aruch, ont été obtenues chez le *S. granulatus* transporté sur des blocs de plâtre.

Mais ces organes reproducteurs font défaut dans la plupart des milieux de cultures comme dans l'organisme. La formation de capsules dans les tissus, de chlamydo-spores dans les cultures, manifestent également la réaction du Champignon contre des influences de milieu restreintes et n'inflirment en rien la communauté d'origine des globules observés dans le corps et des végétations développées *in vitro*.

Les diagnoses botaniques basées sur l'étude des cultures conviennent donc pour la plupart aux Blastomycètes préexistants dans les tissus ou les produits semés. Elles ont permis de dresser une liste déjà longue des Blastomycètes parasites de l'homme.

Le genre *Saccharomyces*, fondé sur la présence des asques, comprend les espèces citées plus haut, *S. Anginae*, *tumefaciens*, *farciminosus*, *granulatus*. On a cité d'autres *Saccharomyces* parasites : *S. elipsoïdeus* dans la trompe d'Eustache, *S. Cerevisiae* dans le mucus utérin, sans toutefois fournir la preuve de l'existence des asques, qui justifierait cette détermination. Les levures roses signalées fréquemment dans les produits pathologiques se rattachent sans doute en partie au *S. Fresenii*. La forme des globules roses isolés par Stéphane Artault⁵ des cavernes pulmonaires sous le nom de *Cryptococcus cavicola* répond assez bien à la diagnose de cette espèce ; mais la preuve de cette assimilation fait défaut, et d'ailleurs il ne semble pas que le parasite ait végété dans l'organisme en quantité suffisante pour nuire.



Fig. 7. — *Cryptococcus farciminosus* dans le pus (d'après Fermi et Aruch).

¹ HEKTOEN : Un nouveau Champignon pathogène (*Centr. f. Bakt.*, t. XXVII, 1900).

² MEMMO : Beiträge zur Etiologie der Rabies (*Centr. f. Bakt.*, t. XX, 1896).

³ CALMETTE : De la présence d'un microorganisme dans le sang, les crachats et les urines des malades atteints de typhus exanthématique (*Ann. de Microgr.*, févr. 1893).

⁴ FERMI und ARUCH : Ueber eine neue pathogene Hefeart und über die Natur des sog. *Cryptococcus farciminosus Rivolta* (*Centr. f. Bakt.*, t. XVII, 1893).

⁵ STÉPHAN ARTAULT : Flore et faune des cavernes pulmonaires (*Archives de Parasitologie*, t. 1, 1899).

Les autres Blastomycètes parasites, à défaut d'organes reproducteurs caractéristiques d'un genre définitivement fixé, rentrent dans le genre provisoire *Cryptococcus*. Nous ne saurions étendre, avec Sanfelice, la dénomination de *Saccharomyces* à tous les ferments alcooliques. En attendant la découverte de caractères qui les rattachent à divers

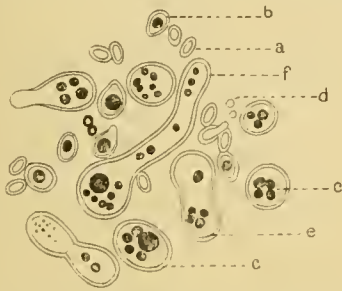


Fig. 8. — *Cryptococcus Tokishigei* donnant des filaments en culture sur gélose (d'après Tokishige). — a, globules typiques; b, c, globules contenant des granulations; d, granulations libres, supposées issues des globules; e, f, transformation des globules en filaments.

genres d'Hyphomycètes, nous laissons aux *Cryptococcus* les espèces qui donnent des filaments dans les cultures : *Cr. degenerans*, *Tokishigei* (fig. 8), *Gilchristi*, ainsi que les espèces fort douteuses signalées par Hektoen dans les abcès sous-cutanés, par Memmo dans les centres nerveux des rabiques, par Calmette dans le typhus.

Les espèces constamment globuleuses se distinguent par des caractères dont la valeur spécifique est inégale, souvent incertaine; par le mode de dégénérescence dans les tissus : *Cr. lithogenes*; par leur coloration rose : *Cr. glutinis*, rouge framboise; *Cr. ruber*, noire; *Cr. niger* de Maffucci et Sirleo¹, *Cryptococcus* de Corselli et Frisco. La distinction des levures incolores repose principalement sur leur origine. Peut-être pourra-t-on invoquer la préférence du *Cryptococcus* de Plimmer pour les milieux privés d'air, les grandes dimensions du *Cr. psoriasis*, la sphéricité du *Cryptococcus* que j'ai vu dans l'ecthyma; mais des caractères considérés comme spécifiques par les botanistes font jusqu'ici défaut pour distinguer le *Cr. hominis* de Busse, le *Cr. granulomatogenes* du poumon du porc et divers Blastomycètes isolés des tumeurs humaines par Sanfelice, Léopold, Wlaïev, Bonome, le *Cr. albus*, de Ilava, le *Cryptococcus* trouvé par Gotti et Brazzola² dans un polype nasal de la jument, etc.

¹ MAFFUCCI und SIRLEO : Beobachtungen und Versuche über einen pathogenen Blastomyceten (*Centr. f. allg. Pathol. u. Anat.*, t. VI, 1895 et t. VII, 1896). — Ueber die Blastomyceten als Infektions-erreger bei bösartigen Tumoren (*Zeitschr. f. Hyg.*, XXVII, 1898).

² GOTTI e BRAZZOLA : Sopra un caso di blastomicosi nasale in una cavalla (*Memorie d. R. Acc. d. Scienze di Bologna*, t. VI, 1897).

IV

Les procédés combinés de l'Anatomie pathologique et des cultures ont établi la *coexistence* entre une série de lésions et une série de Champignons parasites appartenant au groupe des Blastomycètes. Le résultat est fort intéressant pour le botaniste, en lui montrant que le terrain vivant convient à ces divers Champignons. Mais le médecin ne saurait s'en contenter; il lui importe de savoir s'il existe entre le parasite et la lésion un rapport de cause à effet. Est-ce l'altération préalable du terrain organique qui détermine la fixation et la multiplication des Blastomycètes? Est-ce au contraire le parasite qui cause la lésion ou du moins contribue à la produire?

Dans des circonstances spéciales, bien restreintes, on a vu le Blastomycète à l'œuvre dans l'organisme. Son action mécanique est appréciable, quand le *Saccharomyces Anginae* forme des plaques creuses envahissant le pharynx, quand le *S. tumefaciens* dissèque les tissus en séparant la peau des muscles par l'extension de sa masse.

L'action chimique a été mesurée par l'analyse des sécrétions produites par les Champignons dans les cultures. Mais quand il s'agit de démontrer la toxicité d'un produit, il ne suffit plus de l'analyser, il faut constater son action sur un organisme comparable à celui de l'homme.

Les catarrhes gastro-entériques observés par

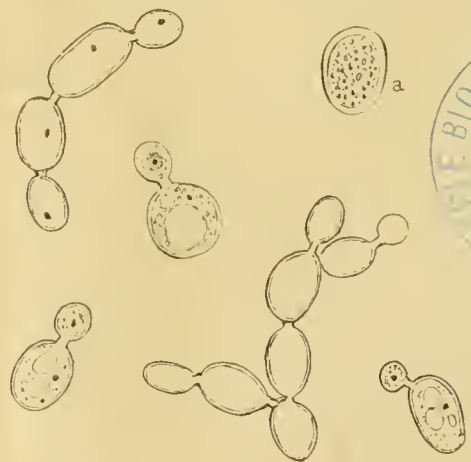


Fig. 9. — *Cryptococcus ruber*. Culture dans du bouillon. — a, chlamydo-spore.

Demme chez des enfants en bas âge ayant ingéré le *Cryptococcus ruber* (fig. 9, 10 et 11) avec du lait cru ou mal cuit sont d'origine toxique. Nous en avons la preuve dans l'expérience de Casagrandi¹,

¹ CASAGRANDE : Il *Saccharomyces ruber* (*Ann. d'Ig. sper.*, t. VII et VIII, 1898).

qui donna la diarrhée à une petite fille en lui faisant boire du lait dans lequel le *Cr. ruber* avait été cultivé, puis tué par stérilisation fractionnée. Les chiens et les lapins avaient fourni au préalable le même résultat. Si le *Cr. ruber* est cultivé dans

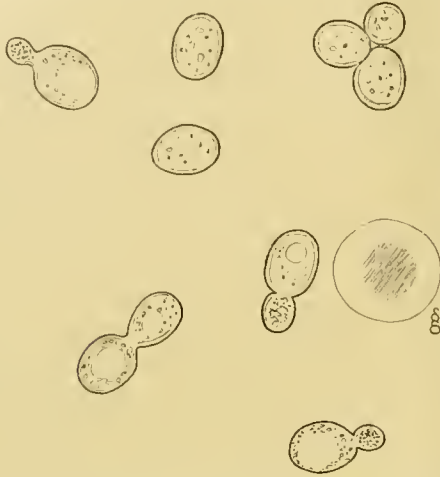


Fig. 10. — *Cryptococcus ruber* dans le sang du cœur d'un lapin inoculé depuis cinq mois. — g, globule rouge.

le bouillon, on l'ingère impunément en grande quantité, à la seule condition d'exclure le lait de l'alimentation. Ce Blastomycète n'élabore donc de principes toxiques qu'en se nourrissant de lait; le poison est un produit de la transformation du lait par le Champignon.

Cet exemple nous fait toucher du doigt la difficulté que soulève l'appréciation de la production toxique d'un Blastomycète. Les sécrétions d'un parasite varient avec son alimentation; les sorties sont réglées par les entrées. Dans les expériences de Demme¹ et de Casagrandi, nous avons pu suivre dans le tube digestif la substance aux dépens de laquelle le Blastomycète élabore le poison *in vitro*. Mais, dans la plupart des lésions à Blastomycètes, nous ignorons si le parasite rencontre à l'intérieur du corps humain des aliments comparables à ceux de nos milieux artificiels. Qui sait si les produits de la nutrition parasitaire sont les mêmes que les produits de culture? Les premiers peuvent être inoffensifs, quand les seconds sont toxiques, et réciproquement.

On atténue cette difficulté en introduisant dans le péritoine des sacs de collodion contenant des cultures; le parasitisme est alors réduit aux échanges chimiques entre le Champignon et l'organisme hospitalier. Par ce procédé, Legrain obtient chez le lapin, avec le *Saccharomyces granulatus*, un amaigrissement extrêmement considérable en huit

à dix jours. C'est encore avec un fort amaigrissement que périsait un lapin, cinq jours après avoir reçu dans les veines une vieille culture du même parasite en bouillon. Un homme atteint de tumeurs de la mâchoire contenant le même Blastomycète avait perdu 6 kilogrammes de son poids en un mois. On observe donc, dans ce cas, une certaine concordance entre les symptômes de la maladie spontanée et ceux de l'intoxication expérimentale.

Mais le syndrome clinique est autrement complexe que l'ensemble de phénomènes reconstitué par la synthèse des actions mécaniques et des actions chimiques séparées par l'analyse. Pour être fixé sur le rôle étiologique d'un Blastomycète, il faudrait reproduire expérimentalement la maladie spontanée, en faisant agir le parasite et en séparant de son action celle des agents accessoires qui la renforcent, la complètent, la modifient ou s'associent à elle.

Aucune tentative de ce genre n'a été faite pour les Blastomycètes observés par Hlava dans la variole, par Rivolta, Eisenberg et d'autres dans diverses affections cutanées, les exanthèmes, les otites, le rhinosclérome, l'hypertrophie des amygdales. Dans d'autres cas, l'inoculation est restée sans effet.

Dans une autre série d'expériences, la lésion



Fig. 11. — *Cryptococcus ruber* dans le pus d'un lapin. — a, cellules vivantes; b, enveloppes vides; c, blastomycètes englobés par les leucocytes.

provoquée diffère totalement de la maladie d'origine. La levure trouvée par Calmette dans le typhus est inoffensive pour le lapin, quand elle est déposée sur les muqueuses nasale, pharyngienne, vaginale; les phagocytes en ont raison en quatre jours.

¹ DEMME : *Saccharomyces ruber* (Volume du jubilé d'Élie-Notch, 1889. — *Ann. de Microgr.*, 1889, et *Annali d'Ig. sper.*, t. VII, 1897).

Les crachats et les cultures de Blastomycètes qui en proviennent, inoculés dans la trachée du lapin, provoquent une fièvre de 40 à 42° C., jamais d'exanthème; l'animal guérit sans traitement au bout d'une quinzaine de jours.

Les résultats positifs les plus nets ont été obtenus avec des Blastomycètes provenant de simples affections inflammatoires. Nous avons déjà vu le *Cryptococcus ruber* reproduire l'entérite. Une levure, isolée par Colpe des écoulements d'une femme atteinte d'endométrite catarrhale, fut cultivée et injectée dans le vagin d'une lapine; l'animal eut pendant quinze jours un écoulement séreux contenant le parasite.

Les causes d'irritation les plus banales eussent produit un effet analogue. Du moment qu'un Blastomycète peut s'étendre à la surface d'une muqueuse délicate, il est tout naturel qu'il en provoque l'inflammation. L'expérimentation a même paru superflue à Troisier et Achalmé lorsqu'ils ont pris sur le fait la levure de l'angine crémeuse.

Le Blastomycète comparé par Hektoen à un *Sporotrichum* d'après les caractères des cultures a reproduit des abcès sous-cutanés chez le chien, le cobaye, la souris et le rat; il prend donc place dans la catégorie des pyogènes.

La lésion initiale est encore reproduite chez le porc par le *Cr. granulomatogenes* de Sanfelice; les granulomes provoqués ont exactement la structure histologique du granulome qui a fourni le parasite.

Les poches à levures dont Curtis isola le *S. tumefaciens* ont été reproduites avec leurs caractères de pseudo-tumeurs lobulées, contenant des colonies géantes de Blastomycètes, chez les rats et les souris inoculés sous la peau avec des cultures pures.

Dans les cas précédents, il s'agit d'affections locales, et la lésion reproduite est d'un type assez simple, pour ne pas dire banal. On a cherché à reproduire aussi des maladies nettement spécifiques. Memmo donne aux animaux une maladie mortelle, qui lui paraît être la rage du type paralytique, en leur inoculant, soit sous la dure-mère, soit sous la peau, soit dans le péritoine, des cultures de Blastomycètes provenant des centres nerveux des animaux morts de rage. Les accidents éclatent après une longue période d'incubation, dont la durée est de six à huit jours chez le lapin, onze à vingt jours chez le cobaye, trente à soixante jours chez le chien. Chez ce dernier, la maladie, une fois déclarée, se juge en sept à huit jours. L'animal est maigri, hargneux, agressif; il a parfois la manie de mordre; il refuse la nourriture; il a l'écume à la bouche, la mâchoire pendante; la paralysie envahit tout le corps. La maladie a pu être transmise en série aux chiens, non aux lapins, par inoculation sous-cuta-

née d'une émulsion de substance cérébrale des chiens qui ont succombé avec les symptômes qui viennent d'être décrits.

Les expériences de Memmo méritent d'être répétées et variées; elles sont d'un haut intérêt, mais encore trop restreintes pour permettre de classer définitivement la rage parmi les blastomycoses.

Dès que l'on sort des simples abcès, des kystes ou des granulomes, les tuméfactions expérimentales sont difficiles à identifier avec les lésions spontanées. Le *Cryptococcus Gilchristi* n'a pas reproduit le pseudo-lupus; il a provoqué des abcès sous la peau du cheval, une masse purulente dans la plèvre du chien; les inoculations à la souris et au cobaye n'ont pas donné de résultat. Les cultures

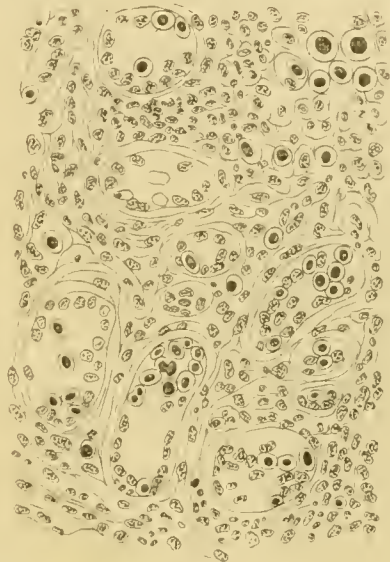


Fig. 12. — *Cryptococcus Hominis* logé dans la paroi d'un abcès du tibia humain (d'après Busse).

des *Cryptococcus* du farcin d'Afrique ou du Japon, le plus souvent inoffensives, ont donné tout au plus des nodules locaux tendant à suppurer. Le *S. granulatus*, injecté sous la peau des lapins, provoque des nodules inflammatoires, qui finissent par s'abcéder et se résorber; son action est purement infectieuse à la suite d'inoculation intraveineuse. Avec le jetage d'une jument atteinte de polypes nasaux, Gotti et Brazzola obtiennent un tissu de granulations.

Les difficultés redoublent lorsqu'on aborde le chapitre des tumeurs malignes. D'abord, le diagnostic est discuté, soit pour la maladie d'origine, soit pour la maladie provoquée. Sanfelice veut trouver un sarcome généralisé dans l'affection décrite par Busse comme une inflammation parasitaire chronique. Le *Cryptococcus hominis* (fig. 12 et 13), extrait de cette affection, n'a provoqué chez les animaux que des phénomènes inflammatoires

et, dans les cas les plus favorables, chez le chien, une tumeur composée d'un tissu de granulations mou, vasculaire, œdémateux avec de grands et de petits espaces infiltrés de graisse. La lésion expérimentale ne présente donc pas la malignité soupçonnée par Sanfelice aux tumeurs d'origine; elle est même au-dessous des prévisions de Busse.

Sanfelice n'a rien obtenu avec le *Cr. lithogenes* provenant d'un bœuf cancéreux. Il ne se loue pas davantage des résultats, très inconstants d'ailleurs, obtenus par l'inoculation aux chiens, soit des émulsions de tumeurs de l'homme et des animaux, soit des cultures qui en provenaient.

Maffucci et Sirleo avaient obtenu le *Cr. niger* en semant les tissus d'un cobaye atteint de tumeur myxomateuse du poumon avec ganglions tuméfiés. Ils n'ont pas inoculé des cultures pures, mais des fragments de poumon malade, et ont obtenu, chez le cobaye, une tumeur locale qui s'ulcéra et s'ac-

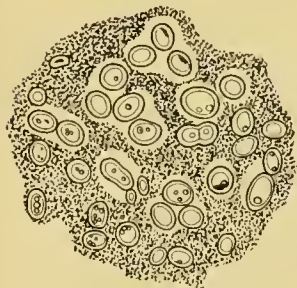


Fig. 13. — Nombreux globules de *Cryptococcus hominis* dans une cellule géante : abcès du tibia humain (d'après Busse).

compagna d'un gonflement des ganglions axillaires. Leur conclusion est qu'un Blastomycète peut produire des néoplasies de nature chronique, dont les produits cellulaires ont la propriété d'émigrer vers les ganglions lymphatiques, et que le parasite émigre avec les éléments de la néoplasie. Ils restent néanmoins convaincus que les processus déterminés jusqu'ici (1898) par les Blastomycètes ne représentent nullement une forme de néoplasie équivalente à la formation anatomique du cancer et du sarcome. Jusqu'ici, disent-ils, les Blastomycètes ont causé, chez l'homme et les animaux, de la septicémie, de la suppuration, et des néoplasies inflammatoires chroniques à la façon de la granulie.

Corselli et Frisco, les premiers, déclarent qu'ils ont reproduit des néoplasies de nature maligne et mortelle avec un Blastomycète provenant d'une maladie semblable, et ils concluent que la parfaite analogie dans le siège, la structure et la marche de ces altérations provoquées chez l'animal et des lésions spontanées de l'homme, démontrent la spécificité de leur action pathogène dans les deux cas. Malgré la netteté de ces assertions, on hésite à porter le diagnostic de cancer dans le cas de Corselli et Frisco. Leur malade présentait une sorte de sarcome des ganglions mésentériques avec ascite chyleuse; les animaux inoculés n'ont jamais offert

l'exsudat laiteux qui donnait une allure si particulière à la maladie humaine. La démonstration que les auteurs croient avoir fournie pour ce cas particulier n'est donc pas complète; en tout cas, — ils le reconnaissent eux-mêmes, — elle n'est pas valable pour les tumeurs malignes en général.

Le *Cryptococcus degenerans* (fig. 14), extrait par Roncali des adénocarcinomes, des épithéliomes et des sarcomes, a provoqué, chez les cobayes et les chiens, une réaction néoplasique et non inflammatoire; mais la mort rapide des animaux inoculés n'a pas permis le développement de tumeurs comparables aux lésions d'origine.



Fig. 14. — Coupe d'une tumeur adhérente au côlon humain et renfermant du *Cryptococcus degenerans* (d'après Roncali).

Les résultats énoncés par Bra à la suite de l'inoculation de champignons isolés du cancer sont beaucoup plus saisissants. Il observe toute une gamme allant de l'inflammation aiguë ou chronique et de la sclérose jusqu'au fibro-sarcome et au sarcome inclusivement. Seulement, il n'est pas facile de se faire, d'après les descriptions de l'auteur, une idée exacte de ce que sont, au point de vue botanique, les champignons isolés des tumeurs malignes. Bra a observé, soit dans l'organisme malade, soit dans les cultures, des formes bourgeonnantes colorées ou incolores, des éléments cocciformes, des filaments chargés de conidies allongées, des périthèces analogues à ceux des *Nectria* qui sont des Ascomycètes d'un type très élevé. Il décrit en outre, comme endospores, des grains rouge rubis sem-

blables à des microcoques et des inclusions plus volumineuses, rondes ou allongées, contenues dans les globules levuriformes. Rapportant toutes ces formes à une même espèce, l'auteur conclut avec une incontestable logique que le champignon du cancer n'est pas un Blastomycète. Mais, si le raisonnement est juste, les observations qui lui servent de base sont tout à fait insuffisantes.

Bra a bien voulu, à deux reprises différentes, nous fournir des échantillons vivants de son parasite. Les cultures, multipliées pendant dix-huit mois dans notre laboratoire, ont donné constamment un Blastomycète répondant à la diagnose du *Cryptococcus ruber*. Dans une note toute récente¹, Bra objecte que la coloration n'est pas constante; mais cette remarque n'infirme pas notre détermination; chez tous les champignons chromogènes, la formation du pigment peut être entravée ou abolie par une nutrition défectueuse. Nous concluons donc que Bra a obtenu, des tissus cancéreux, un Blastomycète, le *Cr. ruber*; mais il n'est pas suffisamment établi qu'il ait toujours opéré avec la même espèce de champignon.

L'incertitude du point de départ retentit sur la rigueur des résultats expérimentaux. Ces résultats, d'ailleurs, sont loin de confirmer les prévisions de Bra sur la spécificité de l'action parasitaire: il obtient, en effet, des dermatites, des glossites, des ulcères de l'estomac, des cirrhoses hypertrophiques, des infections aiguës ou subaiguës, des cachexies sans lésions mycosiques. Les tumeurs provoquées sont le plus souvent des poches kystiques remplies de champignons; tantôt elles se résorbent, tantôt leur paroi s'épaissit progressivement de manière à combler la cavité; parfois les chiens ont offert des noyaux indurés dans les viscères.

Chevalier répète les expériences de Bra et arrive aux mêmes résultats.

Le *Cr. ruber* avait déjà été inoculé par Demme et par Casagrandi; le premier le considère comme inoffensif, le second obtient des nodules à contenu puriforme, en tout identiques à ceux que produisent d'autres Blastomycètes.

M^{lle} Kovatcheva² a inoculé le *Cr. ruber* donné par Bra comme champignon extrait du cancer. Les cobayes périrent en quelques jours. Chez les lapins, l'injection n'eut d'autre conséquence immédiate qu'un amaigrissement passager, parfois accompagné de l'évolution d'une poche à contenu puriforme au point d'inoculation. Les suites éloignées sont

plus intéressantes. Après une période d'incubation de plusieurs mois, durant laquelle les animaux gardaient toutes les apparences de la santé, la courbe des pesées présente une nouvelle chute qui signale le début de l'évolution de tumeurs viscérales.

De ces diverses expériences on ne saurait conclure que le *Cr. ruber* ou les champignons de Bra, quels qu'ils soient, aient une action spécifique dans la production du cancer.

La lenteur de l'évolution des tumeurs malignes ne permet guère d'apprécier les productions épithéliales observées par Plimmer chez les cobayes morts de treize à vingt jours après l'inoculation de son *Cryptococcus*. D'après la description et les figures, il est très douteux, disent Petersen et Exner³, que ces nodules aient le caractère de vraies tumeurs; nous ne trouvons rien qui ne puisse être rapporté avec autant de raison à des modifications inflammatoires. En tout cas, — et Plimmer lui-même l'avoue, — il ne s'agit pas de carcinome.

Les rats inoculés avec les Blastomycètes de Wlaiev ont péri d'infection généralisée. D'après Lucas-Championnière², les néoplasies observées chez ces animaux ne sauraient être assimilées à de véritables tumeurs cancéreuses.

Leopold vient de publier le résultat positif d'une inoculation de Blastomycètes provenant d'un carcinome de l'ovaire dans les testicules d'un rat. L'animal périt au bout de cent quatre-vingt-quinze jours; il présentait une quantité de nodules sur tous les organes de l'abdomen, sur le péritoine pariétal, dans les ganglions lymphatiques retro-péritonéaux, avec ascite hémorragique. Un des nodules du péritoine donna, six jours après le semis, une culture blanchâtre de Blastomycètes à la surface de la gélatine restée parfaitement claire.

Ce résultat est d'autant plus intéressant, que Leopold croit trouver des Blastomycètes semblables dans les tissus cancéreux conservés sous le microscope chauffé et dans les tumeurs expérimentales obtenues deux fois à la suite du transport de tissu carcinomateux frais de l'homme dans la cavié abdominale des rats.

Cependant, avant d'en apprécier la portée, il est juste d'opposer à cette unique donnée positive les nombreux échecs du même expérimentateur. Les premiers essais de culture des tissus cancéreux sont tous infructueux. Dans les deux dernières années, Leopold réussit quatre fois sur vingt à obtenir des cultures de champignons. Dans ces cas heureux, les filaments mycéliens l'emportent au début sur

¹ BRA: Sur les formations endogènes du Champignon isolé des tumeurs cancéreuses (*G. R. Acad. Sc.*, 10 décembre 1900).

² K. KOVATCHEVA: Blastomycètes et tumeurs (*Thèse Méd.*, Nancy, 1900).

³ PETERSEN und ENNER: Ueber Hefepilze und Geschwulstbildung (*Beiträge zur Klin. Chir.*, t. XXV, 1899).

² LUCAS-CHAMPONNIÈRE: Rapport sur un Mémoire de Wlaiev (*Acad. de Méd.*, Paris, 20 novembre 1900).

les Blastomycètes et ne sont éliminés que par des repiquages successifs. Si les formes filamenteuses représentent une impureté, il n'est pas prouvé que les formes globuleuses proviennent davantage de la tumeur. Quelque incertitude plane donc encore sur l'origine cancéreuse de ces quatre séries de cultures de Blastomycètes. Une seule de ces cultures a été inoculée à cinq rats, dont un seul a donné le résultat cherché. Encore les tumeurs expérimentales du rat offraient-elles la structure d'un sarcome à cellules géantes, d'une tumeur conjonctive et non d'un carcinome comme la tumeur humaine dont la semence paraissait provenir.

L'inoculation des cultures de Blastomycètes provenant des lésions humaines n'a donné, en somme, que des résultats incertains, discutables, quand on a leur demandé de reproduire chez l'animal des maladies spécifiques d'un type bien net. Les conclusions de Memmo sur la rage expérimentale demandent confirmation; celles de Roncali, de Corbelli et Frisco, de Bra, de Plimner, de Leopold sur les tumeurs malignes ne reposent pas sur des preuves péremptoires. La lymphangite farcinoïde n'a pas été reproduite avec les Blastomycètes de Fermi et Aruch, de Tokishige, ni le pseudolupus avec celui de Gilchrist.

L'action expérimentale des Blastomycètes d'origine humaine consiste en intoxications, en inflammations des muqueuses, abcès, poches kystiques, granulomes et autres néoplasies inflammatoires, subaiguës ou chroniques. Ces diverses lésions provoquées n'ont pas de caractères franchement spécifiques et ne cadrent pas avec les lésions spontanées qui ont fourni les cultures. Les Blastomycètes provenant des malades se sont donc montrés pathogènes; mais l'expérience ne résoud pas le problème de l'étiologie des lésions dont ils ont été isolés.

C'est que l'expérience ne réalise pas toutes les conditions de l'infection naturelle. D'abord, elle ne réussit qu'en faisant pénétrer simultanément des quantités de germes sans rapport avec celles qui entrent spontanément dans le corps humain; elle introduit le parasite par des voies artificielles; elle choisit arbitrairement ses sujets. Or, chaque espèce animale réagit à sa manière aux provocations d'un même parasite et, pour chaque espèce, la prédisposition individuelle varie dans des limites aussi larges qu'inconnues.

La constance des lésions provoquées par un parasite est loin de prouver la spécificité de son action pathogène. L'organisme prédisposé est toujours sur la défensive et la lutte qu'il engage contre l'ennemi héréditaire n'est point exempte de péripéties et de chances de succès. Les ravages causés par un parasite d'occasion, les manifestations

banales de l'irritabilité des tissus en imposent trop souvent pour la reproduction d'un type morbide défini, que l'expérimentateur recherche avec des idées trop préconçues pour garder une rigoureuse impartialité. Ce sont là des vices inhérents à la méthode d'expérimentation sur l'animal appliquée à la solution des problèmes de pathologie humaine.

V

Le rôle étiologique des Blastomycètes dans la production de diverses maladies, et notamment des tumeurs, n'étant pas suffisamment élucidé par l'observation des lésions qui les fournissent et par l'inoculation des cultures qui en proviennent, il nous reste à chercher un complément d'information dans des observations et des expériences qui, sans aborder de front le problème, en éclairent diverses faces par voie d'analogie.

On a inoculé aux animaux des Blastomycètes ne provenant pas des malades. Diverses levures industrielles se montrent inoffensives. Falk¹, Boinet et Roeser, Gilkinet² n'enregistrent que des insuccès. Raum³, comme Neumayer⁴, ne détermine chez le lapin qu'une fièvre éphémère en injectant les levures dans les veines. C'est seulement en forçant la dose au point d'amener une distension et une obstruction mécanique des capillaires du poumon, qu'il provoque la dyspnée, le refroidissement, le collapsus et la mort. L'action est purement traumatique.

M^{lle} Rabinowitsch⁵ a essayé cinquante espèces de levures, dont 43 n'ont pas causé d'accidents, à moins d'être injectées en masses énormes. Les sept espèces pathogènes, dont nous pourrions encore retrancher les deux formes mélangées à des filaments, inoculées sous la peau des souris, amenaient la mort en quelques jours. Le résultat était moins constant chez le lapin après inoculation sous-cutanée ou intra-veineuse. Les levures se multipliaient dans les organes; on les retrouvait dans le sang et dans les viscères (reins, rate, foie), entre les cellules, plus rarement dans leur intérieur. Jamais les organes ne furent le siège de déformations ou de tumeurs.

De Gaetano⁶ nomme *Saccharomyces septicus*

¹ FALK : Ueber die Einwirkung von Verdauungssäften auf Fermente *Archiv. f. Physiol.*, 1882.

² GILKINET : *Arch. de Med. expér.*, t. VIII, 1897.

³ RAUM : Zur Morphologie und Biologie der Sprosspilze (*Zeitschr. f. Hyg.*, t. X, 1891).

⁴ NEUMAYER : Untersuchungen über die Wirkungen der verschiedenen Hefearten (*Zeitschr. f. Hyg.*, t. XII, 1891).

⁵ L. RABINOWITSCH : Untersuchungen über pathogene Hefearten (*Zeitschr. f. Hyg.*, t. XXI, 1896).

⁶ DE GAETANO : Di un blastomicete patogeno, dotato di rapido potere setticemico per le cavie (*La Riforma med.*, n° 200, 1897).

une levure qui donne aux Cobayes une péritonite fibrineuse et une septicémie rapidement mortelle.

Raum obtint une fois, avec la levure de bière, une tumeur remplie d'une masse caséuse. Dans cette expérience, l'émulsion qu'il voulait introduire dans la veine auriculaire avait fusé, par accident, dans le tissu conjonctif ambiant. Noisette¹ obtient des lésions viscérales analogues aux affections provoquées par le champignon du muguet, en inoculant des cultures de levure de bière; mais il ressort des descriptions, que l'auteur avait employé des champignons filamenteux mélangés comme impuretés au *Saccharomyces Cerevisiae* dans les levures commerciales.

Des nodules à contenu puriforme ont été observés sous la peau ou dans le péritoine, par Casagrandi et Buscalioni², à la suite de l'inoculation du *S. guttulatus*, hôte inoffensif du tube digestif des rongeurs.

Avec deux espèces de levures rondes et une espèce ovale, toutes trois indéterminées, Nesczadimenko obtient aussi, chez le rat et le cobaye, des abcès sous-cutanés et des nodosités péritonéales riches en Blastomyètes.

Sanfelice se loue particulièrement de l'emploi d'une levure trouvée dans des jus de fruits sucrés, nommée par lui *Saccharomyces neoformans*. Nous la désignerons sous le nom de *Cryptococcus neoformans*, puisqu'elle est inconnue sous la forme sporifère caractéristique du genre *Saccharomyces*. Un chien et une chienne inoculés dans les testicules et dans les mamelles présentèrent des tumeurs dans les glandes en question, avec reproductions métastatiques dans les ganglions lymphatiques. La mort arriva au bout de cinq mois pour le chien, de six mois pour la chienne. Le diagnostic d'adéno-carcinome fut posé par les maîtres de la chirurgie de Rome et confirmé par l'anatomie pathologique.

Une banale levure des jus sucrés a donc causé une maladie qui, dans l'état actuel de la science, ne peut être distinguée d'un cancer typique. Supposons qu'elle pénètre dans l'organisme humain et y suscite les mêmes désordres que chez le chien, le médecin se défendra difficilement de l'idée que le *Cr. neoformans* soit agent du cancer.

Cependant, le *Cr. neoformans* provoque d'habitude des réactions moins remarquables. Divers expérimentateurs, notamment Petersen et Exner, n'obtiennent, dans les cas les plus favorables, qu'un envahissement des organes par les cellules de levure, avec une faible réaction des tissus.

Sanfelice lui-même n'a rien obtenu de plus chez le cobaye. Chez le chien, il n'a obtenu de tumeurs qu'après une série de passages destinés à accoutumer le *Cryptococcus* à vivre dans l'organisme de cet animal.

Ce résultat, considéré par Sanfelice comme très favorable à sa théorie, n'est-il pas plutôt de nature à la compromettre? Il est peu probable que les globules observés dans les cancers appartiennent au même *Cr. neoformans*. Sanfelice lui-même fait de ce dernier une espèce distincte de son *Cr. lithogenes*. On serait ainsi amené à supposer qu'il n'existe pas un Blastomyète, agent de cancer, mais que des espèces de ce groupe, en nombre illimité, seraient susceptibles d'intervenir dans la production du cancer, du moins dans certaines conditions.

La première de ces conditions, d'après Sanfelice, c'est que les parasites n'aient pas perdu, par une longue adaptation au milieu spécial réalisé par les tissus d'un malade, la capacité de se développer dans un nouvel organisme. Ainsi s'expliquerait l'échec des expériences tendant à reproduire le cancer avec les parasites isolés de lésions invétérées. Sanfelice attend de meilleurs résultats de la méthode indirecte, consistant à prendre un Blastomyète sauvage et à faire en quelque sorte son éducation en lui imposant des passages successifs à travers l'organisme d'un animal prédisposé, jusqu'à ce qu'il ait acquis le degré voulu de virulence.

Une autre série d'expériences est destinée à rechercher si les propriétés des Blastomyètes sont capables d'expliquer la production des cancers. Pour cela, on a étudié séparément leur action chimique et l'action mécanique des corpuscules qui leur ressemblent.

Sanfelice fait, sous la peau des cobayes, des injections quotidiennes de bouillons de culture de *Cr. neoformans* filtrés sur bougie Chamberland; il n'en obtient d'autre effet qu'une élévation passagère de la température à la suite des premières injections. L'injection des produits solubles est donc inoffensive.

D'après Bra, les produits filtrés du champignon qu'il a isolé du cancer ne sont pas inoffensifs comme ceux du *Cr. neoformans*. Ils déterminent des phénomènes vaso-constricteurs, une accélération des mouvements respiratoires et cardiaques, le rétrécissement pupillaire, l'opisthotonos, des contractions, des secousses dans les membres postérieurs et la mort brusque, probablement par arrêt de la respiration dû à l'action prédominante du poison sur les centres nerveux. Ces effets, il est vrai, ont été obtenus par l'injection intraveineuse de doses massives de 15 à 20 grammes par kilo de poids de l'animal et même de 30 à 35 grammes si le liquide a été chauffé; d'autre part, des phénomènes iden-

¹ NOISETTE: Recherches sur le Champignon du muguet (Thèse méd., Paris, 1898).

² CASAGRANDI e BUSCALIONI: Il Saccharomyces guttulatus (Ann. d'Ig. sper., t. VII et VIII, 1898).

tiques ont suivi l'inoculation des cultures filtrées de champignons quelconques, comme on en trouve sur les arbres chancreux.

Chevalier avait noté l'amaigrissement notable des cobayes auxquels il avait injecté les produits de culture ou les substances extraites du même champignon. M^{lle} Kovatcheva a cherché à préciser les conditions de ces variations de poids. Elle se servait pour ses injections des produits préparés par le D^r Bra et considérés par cet auteur comme un sérum anticancéreux. L'injection du sérum est immédiatement suivie d'une chute dans la courbe

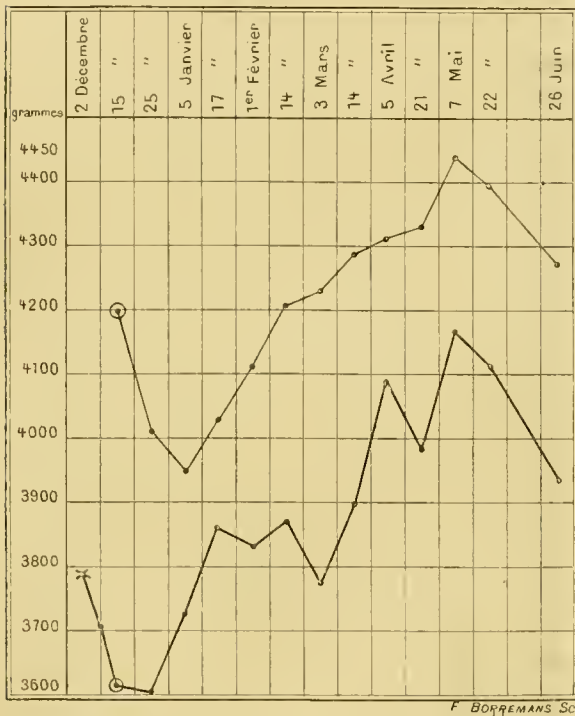


Fig. 15. — Courbes mensuelles du poids de deux lapins inoculés avec 2 cc. de bouillon de culture de *Cryptococcus ruber*, avec ou sans injection préventive de sérum de Bra. — X Injection de sérum (6 grammes). O Inoculation des cultures (Expérience de M^{lle} Kovatcheva).

des pesées, même chez les lapins traités en pleine période de croissance. La même chute se manifeste à la suite de l'inoculation des cultures vivantes. Est-elle due alors à la toxicité des produits solubles ou aux troubles plus complexes liés à la nutrition du parasite? L'expérience suivante parle clairement en faveur de la première hypothèse (fig. 15).

Deux lapins de la même portée sont inoculés simultanément avec des cultures de *Cr. ruber*; l'un d'eux, injecté préventivement avec le sérum de Bra, venait de perdre 170 grammes; l'autre présentait, au moment de l'opération, une courbe ascendante de croissance. Dans la semaine qui suit l'injection de culture, le premier diminue seulement de 5 grammes; le témoin, non traité préventivement,

perd 180 grammes. La chute totale a donc été identique dans les deux cas; l'immunité apparente du lapin traité au sérum tient à ce qu'il avait payé d'avance son tribut à l'action toxique des produits parasitaires.

L'action toxique du *Cr. ruber* se manifeste dans les expériences de M^{lle} Kovatcheva comme celle du *S. granulatus* dans celles de Legrain. Mais l'amaigrissement qui la révèle est passager; la courbe se relève bien vite. Quand les tumeurs chroniques se mettent à évoluer après plusieurs mois de santé apparente, le poids diminue de nouveau; mais cette chute secondaire n'a pas de rapport avec l'amaigrissement passager du début; elle est la même chez les lapins qui ont reçu d'abord le sérum de Bra et chez ceux qui ont été inoculés immédiatement avec les cultures de *Cr. ruber*.

L'expérience n'a donc pas réussi à prouver que les Blastomycètes interviennent dans la production des tumeurs par l'action isolée de leurs produits toxiques. Quant aux symptômes d'intoxication, ils sont d'ordre trop banal pour être invoqués en faveur d'une évolution cancéreuse.

En dehors de leur végétation et de leur nutrition, les Blastomycètes représentent une poudre impalpable dont les particules sont disséminées dans les tissus. On appréciera assez exactement leur action mécanique par l'effet des particules solides de même dimension, mais de nature différente.

Le *Plasmodiophora Brassicæ* est un Myxomycète qui cause, sur la racine du chou, des tumeurs connues sous le nom de hernie; après une phase d'activité pendant laquelle il ressemble à une amibe, il se résout en une masse de spores rondes, semblables aux cellules des Blastomycètes, mais n'offrant pas, comme elles, de phénomènes d'accroissement et de multiplication. Podwysotzki¹ transporte sous la peau ou dans le péritoine de divers animaux de tout petits morceaux de tissu de chou rempli de spores de *Plasmodiophora*. Déjà au bout de quinze à dix-huit jours, les lapins et les cobayes présentaient des tumeurs grosses comme une noix. La tumeur résulte d'une forte hypertrophie et d'une prolifération des cellules fixes du tissu conjonctif et principalement de l'endothélium des espaces circumvasaux, si bien qu'on pourrait, dit l'auteur, parler avec raison d'un périthéliome ou d'un granulome parasitaire. Comme la spore ne croît ni ne bourgeonne, son action est comparable à l'irritation de contact déterminée par les levures en dehors de leur végétation envahissante.

Des tumeurs analogues se forment autour des œufs d'Helminthes. Rappelons, par exemple, l'obser-

¹ Podwysotzki: Myxomyceten, resp. Plasmodiophora Brassicæ, als Erreger der Geschwülste bei Tieren (*Centr. f. Bakt.*, t. XXVII, 1900).

vation de Dujardin¹, qui vit, dans la rate hypertrophiée d'une musaraigne, des tubercules blanc jaunâtre d'un aspect créacé remplis d'œufs de *Calodium*; celle de Davaine², qui décrit, dans la cavité branchiale d'un aigle-bar (*Sciæna aquila*), une tumeur lobulée, plus volumineuse qu'un œuf de poule et formée par un lacis inextricable de tubes de tissu cellulaire qui contenaient des amas ou des traînées d'œufs operculés. Rappelons encore, parmi les lésions si variées produites par les œufs de la douve de Bilharz (*Schistosomum hæmatobium*), les ganglions mésentériques hypertrophiés, les lésions pulmonaires simulant une tuberculose miliaire, les polypes et les tumeurs richement vascularisées, faisant saillie sur la muqueuse de l'intestin, de la vessie ou du vagin. Au dire d'Albarran et Bernard³, la réaction provoquée par ces œufs amène parfois la constitution d'un véritable épithélioma.

Ces actions mécaniques sont indépendantes de la croissance des parasites au sein des tissus et même de leur nature animale ou végétale. Des particules inertes aussi fines causeront le même genre de désordres. Nous en trouvons la preuve dans un cas récemment publié par W. Dubreuilh et A. Vénot⁴. Un enfant de onze ans s'était introduit sous la peau de l'index un petit éclat de coquille d'huître. Deux mois plus tard, l'écaille est expulsée spontanément par un abcès bientôt cicatrisé. Cependant, un empâtement persiste et grandit, sans occasionner de trouble local ou général. Au bout de six mois, on énuclée un néoplasme de la grosseur et de la forme d'une amande, ayant la consistance d'un myxosarcome. Le néoplasme est formé d'un tissu conjonctif jeune, divisé en lobes inégaux et irréguliers par des travées de tissu fibreux; il est farci d'abcès microscopiques, contenant chacun un tout petit fragment de coquille d'huître.

Il s'agissait donc d'une tumeur offrant cliniquement l'aspect du sarcome, mais causée, en réalité, par des corps étrangers multiples et de volume très faible comparable à celui des Blastomycètes.

Dans ces expériences et ces observations, des spores non germées de Myxomycètes, des œufs non éclos d'Helminthes, des parcelles inertes de coquille d'huître ont provoqué l'apparition de tumeurs semblables aux granulomes, aux sarcomes, aux épi-

théliomas. Les cellules de Blastomycètes, qui sont des particules solides de même dimension, ne peuvent-elles pas provoquer des tumeurs cancéroformes par simple action de contact? L'analogie est assez frappante pour appuyer cette hypothèse, d'autant plus que nous ne connaissons pas, parmi les produits solubles des Blastomycètes, de substance dont l'injection soit suivie de processus néoplasique.

Cependant, d'autres expériences révèlent chez les Blastomycètes un pouvoir pathogène plus complexe qui les met au rang des agents infectieux. Ainsi, d'après Bra, des lapins soumis préalablement à l'inoculation sous-cutanée de doses infinitésimales et croissantes de cultures de son champignon, résistent à l'inoculation intra-veineuse de doses massives. Il paraît se faire là une sorte de vaccination.

D'après Sanfelice, une culture de *Cr. neoformans* délayée dans l'eau et chauffée pendant 20 à 30 minutes à 60°C. perd beaucoup de sa virulence. Des cobayes inoculés préventivement avec ces Blastomycètes atténués par la chaleur résistent à une inoculation de culture ordinaire.

On ne s'expliquerait pas une accoutumance analogue à une action purement mécanique. Mais il faut noter que l'expérience de Sanfelice concerne les cobayes, qui ne sont pas sujets à des tumeurs comparables à celles des chiens. On pourrait donc soutenir que la toxicité seule a été modifiée et que les animaux, moins affaiblis pour l'action toxique, ont opposé une résistance plus efficace à l'action mécanique des levures inoculées. Les cultures atténuées par la chaleur sont restées sans effet quand elles ont été inoculées, non plus préventivement, mais après les cultures virulentes.

On a eu recours enfin à une sorte de confrontation entre les Blastomycètes et leurs victimes supposées, en étudiant l'influence des cultures vivantes, de leurs produits, des sérums modifiés par eux sur la marche des cancers.

Dans des tumeurs de l'homme qui n'offraient à la biopsie aucune apparence de cellules végétales, Bonome introduit en masse des cultures de Blastomycètes isolés d'autres cancers humains. La tumeur se ramollit bientôt par dégénérescence de ses éléments. Les parasites injectés ne se multiplient pas abondamment; pourtant, on peut les extraire vivants pendant plusieurs mois. Cette expérience montre que des Blastomycètes peuvent vivre dans les tissus des tumeurs sans participer à leur formation. La façon dont ils en ont modifié la structure n'éveille pas l'idée d'une action spécifique. D'autres auteurs ont obtenu des résultats analogues de l'injection de levure de bière ou de bactéries dans les tissus cancéreux. Un érysipèle intercurrent modifie d'une

¹ DUJARDIN : *Histoire naturelle des Helminthes* (Paris, 1843).

² DAVAINE : Note sur une tumeur singulière contenant une quantité prodigieuse d'œufs d'Helminthes, observée chez un Poisson vulgairement appelé Aigle-bar (*Sciæna aquila*). — (*C. R. Soc. Biol.*, 2 S., t. 1. 1854).

³ ALBARRAN et BERNARD : Sur un cas de tumeur épithéliale due à la *Bilharzia hæmatobia* (*Arch. de Méd. expérim.*, IX, 1897).

⁴ DUBREUILH et VÉNOT : Tumeur d'aspect sarcomateux causée par des corps étrangers multiples (*Ann. de Dermat. et Syph.*, oct. 1900).

façon plus avantageuse certaines tumeurs malignes, par exemple un lymphosarcome du cou dans une observation de Nieden¹.

Les produits de culture des Blastomycètes connus sous le nom de sérum de Bra exercent parfois une modification avantageuse sur la santé des cancéreux; mais la spécificité de cette action n'est pas démontrée. Les cures obtenues par ce moyen ne sont pas assez radicales pour révéler, selon le vieil adage, la nature des maladies.

La sérothérapie proprement dite n'avait pas réussi à Sanfelice dans ses essais d'immunisation des animaux à l'égard du *Cr. neoformans*. Les cobayes supportent impunément l'injection des produits solubles de ce parasite; mais ce traitement préventif n'atténue pas la marche de l'infection produite par une inoculation consécutive de culture vivante. Des cobayes qui ont reçu dans l'abdomen 8, 10 ou 15 centimètres cubes du sang des animaux ainsi traités périssent tous d'infection diffuse, si on leur injecte ensuite une culture pure. Le sérum des chiens qui s'étaient montrés réfractaires à l'inoculation des cultures virulentes n'a pas non plus conféré d'immunité aux cobayes.

Les tentatives de Wlaïev ont fourni des résultats plus encourageants. Le sérum des oiseaux de basse-cour qui avaient reçu des cultures de Blastomycètes isolés du cancer a préservé les rats de la maladie consécutive à l'inoculation des mêmes parasites, tandis que les témoins périssaient. Ce sérum, efficace contre une blastomycose expérimentale, d'ailleurs inoffensif, pouvait être injecté à l'homme. Wlaïev a cherché à démontrer son efficacité dans le traitement du cancer. Cette efficacité est réelle, d'après les appréciations de plusieurs chirurgiens éminents, tels que Lucas-Championnière, Berger², Le Dentu³; ce dernier lui reconnaît même une influence plus constante sur les tumeurs épithéliales qu'aux autres modes de traitements médicaux. Pourtant l'amélioration n'est pas définitive et le sérum de Wlaïev, pas plus que les cultures vivantes ou les produits directs des Blastomycètes, n'a pas encore à son actif une guérison ou même un acheminement vers la guérison d'une tumeur maligne.

VI

Des faits que nous venons d'exposer, il nous semble que les conclusions suivantes se dégagent: Plusieurs espèces de Blastomycètes sont aptes à

¹ NIEDEN: Emploi du sérum cancéreux... (*Semaine médicale*, 12 août 1896).

² BERGER: Observations à propos du sérum de Wlaïev (*Acad. de Méd.*, 20 nov. 1900).

³ LE DENTU: De la sérothérapie des tumeurs malignes (*Acad. de Méd.*, Paris, 27 novembre 1900).

vivre en parasites dans le corps humain. Leur présence s'accompagne d'altérations histologiques; mais ces lésions répondent aux types les plus variés, et il n'est pas toujours possible de dire si elles résultent de l'action parasitaire ou si ce n'est pas plutôt l'altération préalable des tissus qui a préparé les voies à l'invasion des champignons.

Les Blastomycètes signalés dans le typhus, la variole sont sans rapport avec la genèse de ces maladies.

Plusieurs espèces ont un rôle évident ou suffisamment démontré dans des affections inflammatoires des muqueuses, telles que vaginites, endométrites, entérites, stomatites, angines, amygdalites, otites moyennes, tandis que, dans d'autres cas analogues, on n'a pas exclu la possibilité d'une simple coïncidence ou d'une intervention secondaire et accessoire.

Pénétrant dans l'intimité du corps, les Blastomycètes sont capables de produire des abcès, de vastes kystes parasitaires, des nodules inflammatoires, des granulomes.

Le rôle des Blastomycètes, comme agents des lymphangites épizootiques connues sous les noms de farcin d'Afrique, de farcin japonais, est très probable.

Les arguments invoqués par Memmo en faveur de l'intervention des Blastomycètes dans la rage sont loin d'être négligeables; mais le dernier mot n'est pas dit sur cette question, qui a déjà reçu tant de solutions contradictoires.

C'est surtout au sujet de l'origine des tumeurs malignes que les Blastomycètes ont exercé la sagacité des chercheurs depuis quelques années. Il existe bien certainement des tumeurs à levures; c'est même à elles que l'usage tend à assigner plus spécialement le nom de saccharomycoses ou mieux blastomycoses, bien que ce terme s'applique avec autant de justesse aux affections précédentes.

Les tumeurs à levures, spontanées ou provoquées expérimentalement, sont l'œuvre d'espèces variées et non d'un agent spécifique à part. Les mêmes espèces, selon leur mode de pénétration, selon l'animal choisi comme sujet d'expérience et selon diverses circonstances accessoires, peuvent se montrer inoffensives ou produire de simples phénomènes d'obstruction ou d'intoxication sans lésions anatomiques. Les tumeurs à levures sont des inflammations parasitaires chroniques, dont les analogies avec la tuberculose et l'actinomycose ont été soulignées par Busse.

Les tissus néoplasiques produits par la réaction inflammatoire autour des cellules parasites, isolées ou agglomérées en amas, rappellent parfois la charpente des sarcomes et des carcinomes; des foyers nouveaux s'organisent autour des levures

emportées par voie sanguine ou lymphatique. Mais, dans ces colonies nouvelles, non plus que dans les lésions principales, on n'a pas démontré la présence des cellules spécifiques qui constituent le caractère objectif des tumeurs malignes.

Il existe donc une catégorie de tumeurs à levures longtemps méconnue. Leur diagnostic est parfois facile, pourvu que l'attention des médecins soient éveillée sur elles. Dans d'autres cas, il est délicat, comme le montrent les discussions soulevées par la remarquable observation de Busse.

Les cancers eux-mêmes sont-ils des blastomycoses, ou bien seront-ils un jour démembrés en plusieurs familles dont l'une se rattacherait aux blastomycoses?

Il serait prématuré de trancher ces questions. On a trouvé des Blastomycètes dans des cancers, mais leur constance n'est pas certaine. On a reproduit avec des Blastomycètes, comme d'ailleurs avec des corpuscules de nature différente, des affections rappelant le cancer, mais dont l'identité avec cette maladie est contestable.

On a modifié les tumeurs malignes par l'emploi des Blastomycètes et de leurs produits; mais

la spécificité de cette action n'est pas démontrée.

Bonome, frappé de l'abondance des Blastomycètes dans les jeunes nodules métastatiques et dans la carcinose miliaire diffuse, a suggéré l'idée que les Blastomycètes ne sont peut-être pas les producteurs du cancer, mais les agents de la diffusion de la maladie. On ne s'explique pas aisément comment un champignon globuleux pourrait servir de porte-virus, à moins qu'il ne s'agisse d'un virus soluble susceptible de l'imprégner et d'émigrer avec lui. Behla¹ a déjà émis l'hypothèse que l'agent du cancer pourrait être un virus soluble analogue à celui que Beijerinck² a découvert dans une maladie du tabac; mais nous ne possédons aucun fait à l'appui de cette hypothèse, en sorte que les rapports des Blastomycètes avec le cancer sont encore problématiques³.

Il reste donc beaucoup à faire pour connaître l'importance des Blastomycètes pathogènes. Les résultats acquis suffisent à montrer que leur étude ne saurait être négligée du médecin.

Paul Vuillemin,

Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE L'INDUSTRIE DES CONSERVES ALIMENTAIRES EN FRANCE

DEUXIÈME PARTIE : PRODUCTION, HYGIÈNE¹

I. — DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE DES CONSERVES

La production des conserves en France est très importante. Il est assez difficile, en l'absence de statistiques officielles, de la chiffrer avec quelque précision; néanmoins, nous croyons qu'on peut l'évaluer à 120 millions de boîtes par an. Dans cette quantité, c'est la production des conserves de sardines, avec Nantes pour centre, qui occupe la place la plus importante. La production y est d'environ 80 millions de boîtes par an. Bordeaux vient ensuite, avec une production d'environ dix millions de boîtes. Dans la région bordelaise, la fabrication des conserves a pris un grand développement, surtout la fabrication des conserves de légumes. Les conserves de cette région sont, en général, faites avec un très grand soin, et elles sont fort appréciées. La région parisienne viendrait ensuite, avec une production qu'on peut évaluer à 8 millions de boîtes: légumes, fruits, champignons, etc. La région du Mans est aussi très im-

portante pour ses conserves de légumes (environ 5 millions de boîtes). Parmi les autres régions productrices, citons la région méridionale pour les tomates et les fruits, la région du Périgord pour les truffes, la région de l'Est, dans laquelle

¹ BEHLA : Die geographisch-statistische Method als Hülfsmittel der Krebsforschung *Z. f. Hygiene*, t. XXXII, 1899. — Ueber neue Forschungswege der Krebsätiologie *C. f. Bakt.*, XXVII, 1900.

² BEIJERINCK : De l'existence d'un principe contagieux vivant fluide, agent de la niéte des feuilles de Tabac *Arch. néerl.*, 2^e s., t. III, 1899.

³ Voir encore sur cette question : MORGOUR : Des produits solubles du Champignon parasite du cancer humain et du *Nectria ditissima*... (*Soc. de Méd. et de Chir. de Bordeaux*, 5 janvier 1900. — *Journ. de Méd. de Bordeaux*, 25 février 1900. — *Bull. medical*, 18 juillet 1900.

MORPURGO : Farbbarer Körper in den Krebszellen (*Centr. f. Bakt.*, XVI, 1896.) Osservazioni ed esperimenti intorno ad un blastomiceto patogeno con inclusione dette steno nelle cellule dei tessuti patologici (*Il Policlinico*, t. II, 1895).

KAMANE : Versuch einer Theorie des Carcinoms auf biologischer Grundlage (*Centr. f. all. Pathol. und pathol. Anat.*, t. VI, 1895). — Notiz, betreffend das Vorkommen von Blastomyceten in Carcinomen und Sarkomen *Centr. f. Bakt.*, t. XVIII, 1895.

KOROTNEFF : Untersuchungen über den Parasitismus des Carcinoms (Berlin, 1893).

¹ Voir la 1^{re} partie de cette étude dans la *Revue* du 15 août 1901, t. XII, pages 699 et suiv.

on produit des conserves de viande, de foie, etc.

Voici quelle serait chez nous, suivant le recensement de 1896, la statistique de l'industrie des conserves :

	NOMBRE total de personnes occupées	NOMBRE des établissements
Fabriques de salaisons, de conserves de viandes, d'extraits de viande, etc.	350	29
Fabriques de conserves de poissons, fromages, etc.	1.200	128
Fabrication de conserves de légumes, fruits secs, etc.	3.500	87
	5.050	254

Il s'agit sans doute ici du personnel permanent; les industries de conserves sont des industries saisonnières, qui occupent, à l'époque d'activité, un personnel féminin considérable (fig. 4).

Les pays dans lesquels nous exportons des conserves sont principalement : l'Angleterre, les États-Unis, l'Amérique du Sud.

Notre exportation de conserves s'est beaucoup amoindrie depuis les traités protectionnistes de 1892. Auparavant, la France avait presque le monopole de cette industrie, et elle écoulait ses produits dans toute l'Europe et en Amérique. Depuis, ces différents pays, l'Amérique notamment, ont frappé de droits importants nos conserves, de sorte que celles-ci sont devenues un article de luxe. L'Espagne, l'Allemagne, la Suisse et l'Italie se sont mises à fabriquer des conserves, et notre exportation s'en est trouvée atteinte. En Allemagne, à Brunswick, dans des terrains sablonneux, on a cultivé avec succès les asperges, dont l'exportation a pris en Angleterre une assez grande importance; la Belgique fait des conserves, et le prix de la main-d'œuvre y est peu élevé. Ces pays, dont nous étions autrefois les seuls fournisseurs, exportent des conserves en Angleterre. Mainlenant, on nous demande surtout les qualités supérieures; pour les qualités ordinaires, on se contente des produits allemands, italiens, etc., qui sont à meilleur marché. Chaque pays, appliquant les procédés de fabrication aux produits de son sol et de son élevage, est devenu un concurrent, de consommateur qu'il était autrefois. La production américaine est notamment une de celles dont l'accroissement rapide a lieu de nous occuper plus spécialement. La production annuelle de conserves en boîtes aux États-Unis peut être évaluée à environ 700 millions de boîtes, qui se répartissent ainsi :

Viandes	200.000.000 de boîtes.
Saumon	140.000.000 —
Tomates	130.000.000 —
Corn pack maïs doux).	102.000.000 —
Pois	40.000.000 —
Fruits	85.000.000 —
Soupes	5.000.000 —
	722.000.000 de boîtes.

La production des viandes en boîtes est concentrée au nord-est, dans l'Illinois, le Missouri, Wisconsin, Nébraska, et les grands centres de cette fabrication sont Cincinnati et Saint-Paul. L'industrie des conserves de poissons se trouve sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique. Sur l'Atlantique, le long des côtes du Maine, ont été installées trente-quatre fabriques de conserves de sardines, à Portland, Eastport, Lubec et Brunswick.

Plus au sud, dans le Maryland, Baltimore est le grand centre des conserves d'huitres; on y compte quatre-vingts établissements faisant en même temps les légumes et les fruits en boîtes. La Virginie, avec Morfolk, produit également des conserves d'huitres. Sur le Pacifique, les États producteurs sont l'Orégon, le Washington et la Californie pour la conserve du saumon, qui y est très importante. Astoria et Portland, dans l'Orégon, Seattle, Anadortes et Tocama, dans le Washington, et San Francisco, dans la Californie, sont les centres principaux. Les conserves de légumes se font principalement dans le Maryland, à Baltimore, dans l'État de New-York, l'Ohio, l'Indiana, l'Illinois, le Maine, le New-Jersey et la Californie. Les conserves de tomates se font principalement dans les États de Maryland, New-Jersey, Delaware, New-York, Ohio, Iowa et Virginie. Les conserves de maïs doux dans les États du Maine, Maryland, New-York, Iowa et Ohio. Les conserves de fruits en boîtes se font principalement dans la région californienne. On en produit aussi à Baltimore (Maryland), à Syracuse et Rochester (État de New-York), dans le New-Jersey, Delaware, Pensylvanie, Ohio, Indiana et Michigan. Toutes ces industries sont en grand progrès; le Gouvernement les favorise par le tarif de douane qui leur assure une protection sérieuse en frappant les produits similaires étrangers. Aussi, non seulement la consommation intérieure de conserves américaines augmente-t-elle, mais, aussi, la concurrence que peut faire l'industrie américaine devient-elle de plus en plus grande.

Les extraits de viande sont protégés par un droit de douane de 4 fr. 75 par livre de 453 grammes et les légumes en boîtes par un droit de 40 %; les fruits en boîtes paient 0 fr. 10 par livre et 35 % de la valeur; les poissons en boîtes entrent avec un droit de 30 %; les sardines, suivant la grosseur des boîtes, paient 0 fr. 12 à 0 fr. 50 la boîte; seules, les conserves de homards entrent en franchise. Les saumons en boîtes paient 25 %; enfin, les fruits secs, pommes et prunes, 0 fr. 10 par livre.

Dans le Nord de l'Amérique, le Canada produit environ 13 millions de boîtes de homards et six millions de boîtes de tomates. Le marché principal est Halifax.

Les États-Unis produisent également une grande

quantité de conserves de lait concentré; on en fabrique notamment à San-Francisco, New-York, Whitefield (New-Hampshire), Richmond (Vermont) et Highland (Illinois).

La fabrication des conserves a pris une grande extension aux Etats-Unis, non seulement parce que cette industrie y a rencontré abondamment les matières premières, mais aussi parce que les Américains, de même que les Anglais, sont grands con-

la morue et du hareng, pour une valeur de 2.500.000 francs. L'importation des Etats-Unis a été, la même année, de 5.500.000 francs de conserves de sardines, venant principalement de France, et de 3.500.000 francs de homards.

L'exportation des Etats-Unis en conserves de fruits en boîtes a été de 8.000.000 de francs en 1897-1898.

Si l'Amérique est pour la France une concu-



Fig. 1. — Vue de l'une des cours de l'usine F. Potin, au moment de la fabrication des conserves.

sommateurs de conserves. Chez eux la cuisine joue un rôle moins important que chez nous.

L'industrie des conserves américaines développe aussi ses exportations, comme le montrent les chiffres suivants :

L'exportation des conserves de viandes en boîtes s'est élevée, dans l'année douanière 1897-1898, à 37.000.000 de livres américaines (la livre : 453 gr.), valant environ 46.000.000 de francs.

La même année, les Etats-Unis ont exporté 27.200.000 livres de saumon en boîte, valant 12.500.000 francs, d'autres poissons en boîtes pour une valeur de 500.000 francs et 12.500.000 livres de poissons séchés ou fumés, principalement de

rente très redoutable, l'Europe aussi doit attirer notre attention. Nous avons dit que, depuis une dizaine d'années, l'industrie des conserves alimentaires s'y était beaucoup développée.

Sur les côtes de l'Espagne et du Portugal, on fabrique beaucoup de conserves de sardines à l'huile.

En Espagne, on trouve, sur les côtes des provinces maritimes de Vigo et de Villagarcía, 162 usines qui préparent principalement des conserves de sardines à l'huile et des sardines pressées et salées. Leur production a été, en 1898, d'environ 5.000.000 de kilos de conserves de sardines à l'huile. Ces sardines se sont vendues en moyenne 20 pesetas par caisses

de 100 boîtes dites « quarts » ; l'exportation en a été de 2.283.000 kilos.

A Bilbao et Santander, 10 usines préparent aussi des conserves de sardines.

A la Corogne, on en produit une quantité importante. On en prépare aussi à Ilgarita, à l'embouchure de la Guadiana.

A Tavira, près de Cadix, on prépare des conserves de thons et de sardines.

On fabrique aussi en Espagne des conserves de légumes et de fruits, à Lerida, Saragosse, Tudela, Ponferrada, Madrid, Seville, etc.

Dans les îles Baléares, on prépare des conserves de fruits et de tomates.

Sur les côtes de Portugal, la fabrication de conserves de sardines est importante. A Espinho, arrondissement industriel de Porto, une usine de conserves occupant 4 à 500 ouvriers produit de 2.000.000 à 2.500.000 boîtes de conserves.

Dans l'arrondissement industriel de Lisbonne, on compte 36 usines occupant 2.109 ouvriers.

On trouve des usines de conserves à Lisbonne, Setubal. On en trouve aussi à l'Algarve, Faro, Lagos, Olhão, Villaréal.

En Italie, la fabrication de conserves est assez importante. On prépare beaucoup de conserves de tomates dans toute l'Italie; mais surtout dans la région de Naples, des conserves de fruits, de légumes. Sur la côte ouest, entre Civita-Vecchia et Gênes, on prépare des conserves de sardines, de thons et d'anchois.

A Palerme, en Sicile, on prépare des conserves de thons.

En Autriche, la fabrication des conserves est encouragée par le Gouvernement. L'Administration de la Guerre donne aux fabriques de conserves des commandes de boîtes de conserves de viande pour une somme équivalente à l'intérêt du capital engagé dans les fabriques. On a obtenu, de cette manière, une organisation telle qu'elle permettrait de faire en temps de guerre 450.000 boîtes de conserves par jour.

On fabrique surtout, en Autriche, des conserves de viande, et, sur la côte de l'Istrie et de la Dalmatie, des conserves de sardines.

Les principaux centres de fabrication sont : Vienne, où l'on fabrique notamment dans une grande usine, 200.000 boîtes de conserves de viande par jour, Buda-Pesth, Isola (Istrie), Grado, Rovigno, Fasana, Koedling.

A Botzen, dans le Tyrol, deux grandes fabriques font les conserves de fruits et les confitures.

On sait que Vienne est aussi le grand marché des foies gras.

En Suisse, c'est la fabrication du lait condensé qui occupe la première place dans la fabrication

des conserves. On trouve des fabriques de lait condensé à Cham, Vevey, Gruyère, Yverdon, Emmenthal. La production aurait atteint, en 1897, 68.000.000 de boîtes, et on pourrait l'évaluer actuellement à 70.000.000. L'exportation annuelle (moyenne de 1892 à 1898) est de 184.850 quintaux métriques, représentant une valeur de 18 millions de francs.

Signalons aussi une importante usine à Saxon (Valais), préparant des conserves de légumes, fruits et viandes.

En Allemagne, on prépare des conserves de viande à Brunswik, Gottingue, Eisenberg i. Th., Apoldo, Hambourg, Lubeck, Strasbourg; des conserves de poissons à Barth, Stralsund, Greiferwald et Lubeck; des conserves de fruits et légumes (pois, asperges, haricots, etc.) à Brunsvick, Metz et Schlitigheim (Alsace), Magdebourg, Hanovre et Lubeck.

L'industrie des conserves en Alsace-Lorraine s'est beaucoup développée et a bénéficié des traités de 1892.

La Belgique compte plusieurs usines importantes où l'on fabrique très bien les conserves de légumes et de fruits.

En Hollande, on trouve aussi des fabriques de conserves.

Le Danemark exporte beaucoup de beurre conservé en boîtes. On fabrique aussi à Copenhague des tonneaux de hêtre pour loger le beurre destiné à être exporté.

On fabrique aussi des conserves diverses; une maison importante existe à Copenhague; il y en a aussi une à Faaborg.

En Angleterre, on fabrique des conserves de viandes. A Londres, d'importantes maisons préparent des conserves de pâtes de viande; les Anglais sont très amateurs de ces conserves fortement épicées.

En Suède, on rencontre des fabriques de conserves. A Gothembourg, dans une usine importante, on met des morues en boîtes; à Karlshamn, on prépare des conserves de harengs marinés.

En Norvège, il y a d'importantes fabriques de conserves, principalement des conserves de poissons, notamment à Stavanger et à Kristiansund. On en trouve aussi à Bredvold, Balstad, Grimsoe, Bodo, Trondjem, Brandoesund.

Une importante fabrique de lait concentré non sucré a aussi été établie à Christiania.

En Russie, l'industrie des conserves a pris une certaine extension. On prépare des conserves de fruits à Moscou, Saint-Petersbourg, Kertch; des conserves de poissons, à Odessa, Amour, Balaklava, Nicolaev, Revel (sardines d'Esthonie). Une école de conserves de poissons a été créée à Tobolsk.

En dehors de l'Europe et des États-Unis, il existe des fabriques de conserves alimentaires. Nous citerons principalement la fabrication des conserves d'ananas. La Guadeloupe était autrefois le lieu de production principal de cette conserve, et cette colonie en fabriquait annuellement de 600 à 800.000 boîtes. Mais, depuis 1890 environ, la culture de l'ananas et sa mise en conserve ont pris une grande importance à Singapore, et l'ananas de Singapore fait une concurrence considérable à celui de la Guadeloupe. Actuellement, la Guadeloupe ne produit plus guère que 200 à 250.000 boîtes d'ananas, tandis qu'à Singapore on en produit de 5 à 6.000.000 de boîtes. Comme qualité, l'ananas de la Guadeloupe a conservé sa supériorité.

On voit que l'industrie des conserves est très répandue; la France continue à être à la tête de cette industrie, sinon comme quantité, puisqu'à ce point de vue elle est dépassée par les États-Unis, tout au moins comme qualité de ses produits et comme soin avec lequel ils sont préparés. Notre pays ne peut donc espérer lutter pour la grande production à bon marché: sa supériorité est dans la qualité de ses produits. Il faut donc que les industriels français conservent cette supériorité et améliorent sans cesse leur fabrication.

II. — LES CONSERVES ALIMENTAIRES AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE

On a souvent porté, au nom de l'hygiène, des accusations contre les conserves alimentaires. Les conserves de viandes destinées aux troupes de la Guerre et de la Marine ont été surtout fréquemment incriminées. Si l'on compare cependant le nombre considérable de rations de conserves consommées par les troupes¹ avec le nombre relativement très restreint d'accidents observés, on voit que les conserves ne peuvent pas, *a priori*, être considérées comme un aliment qu'on doit mettre en suspicion. D'autant plus qu'il faut observer que les accidents constatés sont souvent peu graves, qu'ils se bornent à des tranchées ou à des vomissements, et que ces indispositions disparaissent promptement. Les cas mortels sont d'une très grande rareté.

Les conserves de poissons donnent lieu aussi quelquefois à des accidents: on les observe surtout avec les conserves de homard, de saumon et les conserves de sardines à l'huile.

Il ne paraît pas y avoir d'accidents causés avec les conserves de légumes, ou du moins ces accidents sont-ils d'une rareté très grande.

Les inconvénients que peuvent présenter, au point de vue de l'hygiène, les conserves alimentaires peuvent avoir deux causes:

1° La nature de la boîte ou du récipient servant à les contenir;

2° La nature du contenu, c'est-à-dire de la conserve elle-même.

Examinons successivement les conditions que doivent remplir la boîte et son contenu pour que la conserve se présente dans les meilleures conditions hygiéniques possibles.

§ 1. — Boîtes.

La boîte ou le récipient servant à emmagasiner les conserves doit réaliser les conditions suivantes:

1° La fermeture doit être parfaite pour prévenir toute cause d'altération venant de l'extérieur;

2° Les parois intérieures de la boîte et toutes les parties de la boîte pouvant se trouver en contact avec les substances à conserver doivent être absolument dépourvues de substances nuisibles pouvant s'introduire dans le contenu de la boîte.

Pour ce qui est du premier point, la fermeture parfaite, les fabricants sont obligés de la réaliser sous peine de voir leurs conserves s'altérer. Nous avons vu que cette fermeture hermétique pouvait s'obtenir soit par soudure, soit par sertissage et que ces procédés, lorsqu'ils étaient bien appliqués, donnaient tous deux de bons résultats.

Au point de vue des conditions que doivent remplir les parties de la boîte en contact avec le contenu de celle-ci, il y a lieu de considérer: 1° la surface intérieure de la boîte; 2° les joints (soudure ou sertissage).

Pour les boîtes de fer-blanc, l'étamage doit être fait à l'étain fin¹. On doit, suivant Grimaux², entendre par étain fin à employer pour les bains d'étamage ou de rétamage, celui qui contient au moins 97 % d'étain dosé à l'état d'acide métastannique, et qui renferme moins de 0,5 % de plomb et moins de 0,01 % d'arsenic. Suivant M. Pouchet³, on a observé en Russie des accidents provenant de la présence de l'arsenic dans l'étain employé à l'étamage d'ustensiles de cuisine.

Lorsqu'on emploie pour l'étamage des boîtes de conserves de l'étain renfermant du plomb, on retrouve dans le contenu des boîtes une quantité de plomb qui peut être assez importante. C'est ainsi que Schutzenberger et Boutmy, qui ont examiné 16 boîtes de conserves de viandes de la marine, ont obtenu les résultats suivants: Le métal employé pour l'étamage renfermait de 5,93 à 20,13 % de plomb (12 % en moyenne), et la viande en contact avec l'étamage renfermait de 8 à 143 milligrammes de plomb par 100 grammes de viande.

¹ Les troupes consomment annuellement 3.000.000 de boîtes renfermant chacune 5 rations.

¹ Ordonnance de police du 31 décembre 1890.

² Comité Consultatif d'Hygiène, 27 janvier 1890.

³ Comité Consultatif d'Hygiène, 1890.

D'autre part, MM. A. Gautier et Pouchet¹ ont trouvé les résultats suivants en analysant des boîtes de conserves de poissons à l'huile dans lesquelles on avait pratiqué des soudures intérieures avec de l'étain plombifère :

	PLOMB PAR KILO	
	de poisson	d'huile
Sardines.	33 milligr.	68 milligr.
—	41 —	83 —
Maquereaux	49 —	74 —
Thon	30 —	75 —
—	23 —	70 —
Sardines (vieille boîte).	43 —	168 —

Au sujet de l'étamage, nous ajouterons que, pour produire des fers-blancs d'un prix peu élevé, on réduit la couche d'étain le plus possible, et on arrive à avoir une couche si mince de métal protecteur du fer, que ce dernier peut être attaqué par les liquides contenus dans la conserve.

M. Doremus a examiné des boîtes de conserves de poissons qui étaient dans ce cas; elles étaient gonflées et avaient l'apparence extérieure de conserves, avariées. Cependant, en ouvrant ces conserves, on constatait que les poissons étaient fermes, de bonne couleur, sans goût ni odeur désagréable et que leur contenu était stérile; mais l'examen chimique indiqua la présence de fer et d'étain. A l'intérieur, on constatait une corrosion étendue des côtés et du fond de la boîte, tandis que le couvercle, qui était revêtu d'un étain différent, était intact.

Le gaz qui gonflait ces boîtes contenait 80 % d'hydrogène.

Le gonflement était dû à la mauvaise qualité du métal des boîtes, et surtout à un étamage insuffisant.

On a cherché à parer aux inconvénients que présente le contact des conserves avec un métal quelconque en enduisant l'intérieur des boîtes métalliques d'un vernis protecteur. Malheureusement, jusqu'ici on n'a découvert aucun vernis susceptible de résister parfaitement à une stérilisation de 110-115° et à l'action des matières contenues dans les boîtes. Il y a là, comme nous l'avons déjà dit, un problème intéressant à résoudre.

Les divers modes de fermeture des boîtes ont donné lieu aussi à des réglementations.

Comme il entre généralement une notable proportion de plomb dans les alliages servant à faire les soudures, il était prescrit² de pratiquer les soudures *uniquement à l'extérieur* des boîtes. Cette circulaire a soulevé de nombreuses protestations de la part des fabricants de conserves de sardines, qui ont déclaré qu'il leur fallait de toute nécessité

pratiquer des soudures à l'intérieur des boîtes. La question, soumise à plusieurs reprises au Comité Consultatif d'Hygiène, a été réglée dans les circulaires ministérielles des 31 mai 1880 et 12 août 1889 permettant l'usage de soudures intérieures, à la condition qu'elles soient pratiquées à l'étain fin.

La soudure, lorsqu'elle est pratiquée à l'extérieur avec de l'étain plombifère, ne présente aucun inconvénient quand elle ne pénètre pas; mais il n'en est pas toujours ainsi dans la pratique, et il pénètre quelquefois dans les boîtes de conserves des gouttes de soudure plombifère qui peuvent contaminer le contenu de la conserve.

Lorsque, au lieu de pratiquer la soudure, on pratique le sertissage, on emploie des caoutchoucs renfermant des oxydes métalliques. Ces caoutchoucs étaient autrefois additionnés d'une forte proportion d'oxyde de plomb (30 à 40 %); mais, à la suite de protestations du syndicat des ferblantiers soudeurs, le Comité Consultatif d'Hygiène a, dans sa séance du 21 mai 1894, adopté les conclusions d'un rapport du D^r Dubrisay tendant à interdire l'emploi de tous les procédés de sertissage qui comportent l'emploi de substances plombifères. A la suite de cette interdiction, on a adopté divers oxydes, mais on a éprouvé des mécomptes, car les autres oxydes qu'on a employés n'ont pas l'étanchéité que procurait le minium ou la litharge. Les premières tentatives faites dans le but de supprimer les caoutchoucs plombifères ont été très onéreuses pour les fabricants; on a, cependant, réussi à employer des caoutchoucs non plombifères, mais à la condition de changer la disposition du mode de fermeture et de poser le joint de caoutchouc sur le couvercle, et non sur la boîte. (Voir la première partie de cette étude.)

§ 2. — Contenu des boîtes.

Le contenu des boîtes doit, pour répondre aux desiderata de l'hygiène, satisfaire aux conditions suivantes :

1° Les substances à conserver doivent être, au moment de la fabrication, en parfait état de conservation;

2° Les opérations de préparation doivent s'effectuer avec la rapidité désirable et les précautions indispensables;

3° Toute boîte mal réussie, reconnaissable par le bombage, doit être rejetée et ne doit jamais donner lieu à l'opération dite de la représentation;

4° Enfin, la stérilisation doit être parfaite pour assurer la destruction de tous les germes.

M. le D^r Vaillard, qui a fait une étude très complète des conserves de viandes destinées à l'armée, a cherché si les conserves renfermaient des substances toxiques, ou si elles pouvaient renfermer

¹ Comité Consultatif d'Hygiène, 1^{er} octobre 1888.

² Arrêté ministériel du 4 mars 1879.

des microbes vivants capables de provoquer une infection intestinale.

M. Vaillard ne pense pas que le fait du vieillissement des conserves puisse être cause de la formation des composés toxiques. Une conserve bien faite à l'origine, dit-il, ne subit aucun changement et demeure inoffensive. La présence de substances toxiques ne peut dès lors s'expliquer que par l'une des trois causes suivantes :

1° La substance toxique est contenue originellement dans les muscles de l'animal qui a servi à la fabrication ; c'est le cas, si la viande employée provenait d'animaux malsains ;

2° Une viande saine à l'origine peut devenir toxique au cours de la fabrication, lorsque, par suite de retards, d'imperfections dans le travail, elle a été envahie par une végétation microbienne.

M. Vaillard, en examinant des conserves, y a rencontré de nombreux cadavres de microbes cocci et bacilles. Dans cette classe de conserves, M. le Dr Vaillard signale principalement les conserves dites représerverées ; ce sont celles qui s'étaient altérées, dont le fond avait bombé, et que l'on a voulu réutiliser. Pour exécuter cette opération, on fait un petit trou dans la boîte pour donner issue aux gaz intérieurs, on enfonce le fond, on bouche le trou au moyen d'une goutte de soudure, puis on fait une nouvelle stérilisation. Il est incontestable que ces conserves représerverées sont dans des conditions hygiéniques mauvaises, car si les microbes ont été tués, les produits de leurs sécrétions restent dans la conserve ;

3° Dans une conserve insuffisamment stérilisée, les germes peuvent persister vivants et se développer par la suite. Si les anaérobies ont été tués, il peut rester des aérobies qui ne peuvent se développer en l'absence d'oxygène libre ; lorsqu'on ouvre la boîte pour la consommation, les aérobies peuvent se développer librement et rendre le contenu de la boîte malsain.

Les conserves à l'usage de l'armée paraissent contenir, dans certains cas, des substances toxiques. Des expériences de Pouchet paraissent tout au moins le démontrer. Ce savant a injecté à des cobayes des extraits de conserves, et quelques-uns de ces extraits ont déterminé la mort en quelques heures. Des extraits, préparés d'une manière identique avec des viandes fraîches et saines, ne donnent jamais, dans les mêmes conditions, des extraits toxiques. Les conserves alimentaires de l'armée ne renferment pas seulement, dans certains cas, des produits toxiques ; elles contiennent aussi des microbes, et le Dr Vaillard a pu, en aérant aseptiquement des conserves paraissant saines, y déterminer le développement de microbes aérobies qui n'avaient pas été tués. Il a pu ainsi constater que

70 et même 80 % des boîtes qu'il a examinées, contenaient des germes revivifiables. Il semblerait donc que fréquemment les conserves sont imparfaitement stérilisées ; la cause en serait due à l'insuffisance du degré et du temps de chauffe.

Le Dr Vaillard a constaté qu'en soumettant des conserves à 120° dans des autoclaves employés par l'industrie, c'est seulement après une heure trente environ que le centre de la boîte atteint 116°.

La conclusion à tirer de ces faits, c'est que les conserves de viandes, pour être parfaitement salubres, doivent être fabriquées dans les conditions que nous avons indiquées plus haut, et, surtout, ne pas être soumises à la pratique vicieuse de la représerveration.

Ajoutons que c'est avec juste raison que l'on recommande de consommer les conserves dès que les boîtes ont été ouvertes ; les inconvénients que présentent les conserves se manifestent, en effet, la plupart du temps quand on ne consomme les conserves que quelque temps après l'ouverture des boîtes. Le même fait se produit avec les conserves de poissons.

Si nous passons maintenant aux conserves de légumes, nous constatons qu'il y a une grande différence dans les accidents observés. Tout d'abord, il paraît difficile d'employer pour préparer les conserves alimentaires des légumes gâtés, en raison de l'aspect défectueux de ceux-ci. La stérilisation des produits végétaux s'obtient avec beaucoup plus de facilité que celle des substances animales. Quand il se développe une altération ayant pour résultat de faire bomber la boîte, cette altération est due au développement de ferments acidifiants, et l'on connaît très peu de cas d'accidents provoqués par de telles conserves.

Nous devons dire un mot de la pratique du reverdissage qui est appliquée aux légumes verts. Cette pratique, qui a été adoptée en raison des exigences de certains consommateurs et des demandes de l'exportation, a pour but de rendre leur belle teinte verte aux légumes qui ont été décolorés pendant les diverses opérations de cuisson et de stérilisation. Ce résultat s'obtient par l'addition d'une petite quantité de sulfate de cuivre (3 à 50 grammes de sulfate de cuivre par bassine contenant 70 à 75 kilos de pois, ou 50 à 55 kilos de haricots verts).

L'emploi des sels de cuivre était interdit depuis 1860¹. A la suite d'un rapport de M. Grimaux au Comité Consultatif d'Hygiène, cette interdiction a été levée².

¹ Ordonnance du 20 décembre 1860.

² Ordonnance du 18 avril 1889.

§ 3. — Date de la fabrication.

Pour terminer l'étude des conserves alimentaires au point de vue de l'hygiène, il nous reste à parler d'une proposition de loi de M. Muteau, député de la Côte-d'Or, soumise en ce moment au Parlement, loi tendant à obliger les fabricants de conserves alimentaires à mentionner d'une façon apparente la date de fabrication. M. Muteau espère éviter ainsi les inconvénients qui peuvent résulter de l'usage des conserves alimentaires avariées.

Cette question avait été déjà discutée au Congrès international d'Hygiène tenu à Paris en 1900, et le Congrès avait émis un vœu dans le même sens.

Une réglementation analogue est déjà en usage en Autriche, où les boîtes de conserves portent la date de la fabrication; mais je ne erois pas que cette mesure puisse être appliquée d'une manière générale à tous les produits alimentaires commerciaux; elle doit être restreinte aux conserves de viandes destinées aux troupes.

En France, les industriels ont l'habitude de faire estamper sur les boîtes de conserves des lettres ou des signes leur permettant de reconnaître la date de fabrication. Mais ces indications conservent un caractère secret et ne renseignent pas le consommateur. Le résultat que l'on veut obtenir est, au contraire, de rendre apparente au public l'époque de fabrication d'une boîte de conserve quelconque.

Si l'on veut que le consommateur connaisse la date de fabrication d'une conserve qu'on lui offre, c'est qu'on admet que cette conserve est sujette à s'altérer avec le temps. Il doit donc y avoir une relation entre l'âge d'une conserve et son état d'altération, et il doit y avoir ainsi une période de temps au bout de laquelle la conserve n'est plus saine. La vérité est que ce n'est pas le temps qui est le facteur le plus important de l'altération : c'est l'état de stérilisation de la conserve. Une conserve est bien ou mal stérilisée. Si elle est bien stérilisée,

toute action microbienne cesse : il ne peut plus se produire que des actions d'ordre physique ou chimique. Peut-il se former sous ces seules actions des composés toxiques? Cela paraît bien peu vraisemblable.

M. le Dr Vaillard, parlant des conserves de viandes, dit que la Chimie, aidée de l'expérimentation sur l'animal, a été impuissante à constater l'existence de produits toxiques dans des conserves datant de plus de dix ans et restées inaltérées; d'autre part, des millions de conserves dont la fabrication remonte à cinq et six ans sont consommées journellement dans l'armée sans déterminer d'accidents. Il ajoute qu'une conserve bien faite à l'origine ne subit aucun changement appréciable au cours du temps et demeure inoffensive.

Ce qui est vrai pour les conserves de viandes, l'est plus encore pour les conserves de légumes. J'ai eu l'occasion d'examiner un assez grand nombre de ces conserves datant de six à douze ans; elles étaient parfaitement stériles, ne présentaient pas trace d'altération et ont été consommées sans qu'il en soit résulté le moindre inconvénient.

Je erois que si l'on voulait exercer un contrôle efficace sur la valeur hygiénique des conserves alimentaires, il faudrait faire porter ce contrôle sur l'état de stérilisation. Une conserve bien stérile peut être sans inconvénient consommée au bout d'un temps très long, alors qu'une conserve mal stérilisée est susceptible au bout d'un temps restreint de déterminer des accidents.

On ne saurait trop engager les industriels à s'assurer que les conserves qu'ils préparent sont bien stérilisées. Le bombage des boîtes, qui est un signe d'altération, n'est pas le seul, et des conserves peuvent sans se bomber ne pas être complètement stérilisées.

Xavier Rocques.

Ingénieur Chimiste,
Ancien Chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

LE COMMERCE EXTÉRIEUR DE LA FRANCE AU XIX^e SIÈCLE

Le but de la Revue est de faire connaître, à mesure qu'ils se produisent, les progrès dans chaque branche des études positives, de synthétiser les résultats obtenus, et d'en dégager l'enseignement; enfin, d'indiquer, en des articles d'avant-garde, les idées nouvelles qui dirigent les chercheurs, le sens dans lequel semblent devoir s'orienter le plus utilement l'investigation expérimentale ou les essais d'application. Sciences « pures » et « Applications » des Sciences ont également droit à l'hospitalité de la Revue. Mais faut-il classer les Sciences économiques parmi celles dont ses lecteurs ne sauraient se désintéresser? Nous nous sommes posé la question. Et nous avons cru pouvoir la trancher affirmativement, — sous certaines conditions, cependant.

La science économique groupe les faits relatifs à la vie particulière des nations et à la vie générale du monde civilisé; elle étudie ensuite ces faits, s'efforce d'en discerner l'enchaînement et la subordination, puis d'en déduire des lois générales. Il y a donc, dans les travaux des économistes, une partie positive, indépendante de toute appréciation personnelle, et une partie, plus subjective, qui forcément donne prise à la controverse: une partie où s'exerce l'observation, et une partie réservée à la discussion. Demander à la Revue d'accueillir des articles économiques de discussion serait l'entraîner dans une voie qui n'est pas la sienne; mais il semble bien qu'elle demeure fidèle à son programme général et à sa ligne de conduite, en publiant, de temps en temps, certaines études portant sur des faits précis, et présentant des conclusions d'intérêt national.

Tel nous paraît être le double caractère du travail qu'on va lire.

Quelle a été, pendant le XIX^e siècle, et quelle est aujourd'hui la puissance d'expansion commerciale de la France? De cette question, nul ne saurait se désintéresser; elle doit préoccuper l'homme cultivé, le savant, plus encore que le citoyen moins éclairé, car le commerce extérieur est, de nos jours, le grand facteur de la puissance d'un peuple. Au XVI^e et au XVII^e siècle, le missionnaire était le pionnier des nations colonisatrices: on querroyait alors pour des idées. Actuellement, le marchand est le porte-drapeau de sa patrie, et l'on se bat pour conquérir des marchés nouveaux. Il importe donc de savoir quelles sont nos chances de succès dans la lutte qui emplira le XX^e siècle.

Pour élucider le problème, le mieux est de s'en tenir aux méthodes scientifiques de l'observation. Le simple examen des faits, accompagné d'une explication précise, dira mieux que les plus ingénieuses dissertations ou les plus éloquentes discours des hommes politiques, comment s'est développé notre commerce pendant le XIX^e siècle et pourquoi la situation de l'heure présente apparaît comme grave.

L. O.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de résumer l'histoire commerciale de la France pendant le XIX^e siècle, et d'examiner ensuite si quelque leçon utile ne se dégage pas de l'observation des faits. Nous allons donc essayer d'établir: quelles ont été les causes des variations de notre commerce extérieur; quel a été le rang de notre pays au point de vue de l'importance des échanges internationaux; quelle est enfin notre situation comparée à la fin de l'année 1900.

I

Pour le premier quart de ce siècle, les documents précis n'abondent pas. Sully avait bien organisé, vers 1602, un « Cabinet de politique et de finance » chargé¹ de réunir les éléments des statistiques

commerciales; Richelieu et Colbert avaient, de leur côté, perfectionné ce service; mais le « Bureau de la Balance du Commerce » n'en était pas moins tout à fait insuffisant. L'Assemblée nationale de 1792, voulant remédier au mal, ordonna la formation d'un « Bureau central d'Administration du Commerce », dont la mission serait de réunir tous les mouvements commerciaux. Le « Bureau de la Balance du Commerce » devint celui des « Archives du Commerce », et la Douane fut chargée de recueillir les renseignements. Le Règlement du 17 janvier 1792 organisa le service. Et bientôt paraissait le premier tableau semestriel du commerce de la France. Mais, au milieu des troubles de tous genres qui secouaient le pays, l'entreprise ne put être poursuivie, et on attendit en vain le deuxième tableau. Ce n'est qu'en 1818 que furent inaugurées les publications annuelles de l'Administration de

¹ GEORGES PALLAIN: *Les Douanes françaises.*

Douanes, faisant foi en la matière; et la première publication décennale comprend les chiffres de la période 1827-1836.

Notons, cependant, que les statistiques de cette époque sont loin d'offrir toutes les garanties nécessaires d'exactitude. D'une part, l'organisation du service central laissait à désirer, et ce n'est guère qu'en 1831, sur la demande de M. Thiers, ministre du Commerce, que les documents furent enfin collationnés, détaillés et publiés rationnellement.

D'autre part, l'évaluation des valeurs était faite d'étrange façon. De 1818 à 1826, le tableau d'évaluation fut dressé par l'Administration des Douanes d'après les renseignements recueillis auprès du commerce et de l'industrie. Mais, à cette dernière date, on décida de dresser un tableau définitif des évaluations, après consultation d'une commission spéciale de commerçants et de manufacturiers; et l'ordonnance du 29 mars 1827 stipula que les valeurs moyennes ainsi fixées, dites « valeurs officielles », serviraient désormais de base permanente à la statistique. Et il en fut ainsi jusqu'en 1847, année où une réorganisation du service amena la constitution d'une « Commission permanente des valeurs » de Douane, définitivement établie le 13 décembre 1848.

Depuis 1848, nous possédons des statistiques consciencieuses et précises. Il est aisé de comprendre que les publications afférentes à la période 1826-1847 n'offrent pas les mêmes garanties d'exactitude. Par suite de l'application du tableau des « valeurs officielles », la Douane ne tenait aucun compte des variations des prix des marchandises. Il est vrai qu'à cette époque les oscillations du marché international n'étaient ni aussi brusques, ni aussi amples que de nos jours; mais elles avaient une certaine importance, cependant; en les négligeant, on faussait sensiblement les conclusions que chacun pouvait tirer de la lecture des documents publiés.

Il est donc bien entendu que les chiffres dont nous userons doivent être tenus: pour de simples évaluations, s'ils sont antérieurs à 1818; pour des documents d'une précision insuffisante, s'ils sont antérieurs à 1848; et qu'ils n'auront toute leur force probante qu'autant qu'ils auront été puisés dans les tableaux dressés pendant la seconde moitié du siècle. La « Commission permanente des valeurs de Douane » fournit, en effet, chaque année, des évaluations concordant avec les prix actuels du marché, et la statistique offre, dès lors, une base solide d'appréciation.

Cette observation faite — et elle était nécessaire, — voyons quels ont été les mouvements de notre commerce extérieur, depuis la Révolution jusqu'à la fin du XIX^e siècle.

Quand survint la Révolution de 1789, nous étions régis par les lois du Système mercantile, organisé par Colbert, c'est-à-dire par le système protectionniste, dont la formule peut-être résumée ainsi: assurer aux produits nationaux, agricoles et manufacturés, le marché intérieur du pays, en arrêtant à la frontière douanière, par des droits élevés, parfois même par des prohibitions, les produits étrangers concurrents. L'œuvre libérale de Turgot n'avait produit d'effets que sur le marché intérieur, et elle n'avait d'ailleurs pas été durable. L'Économie politique n'était pas encore née, et les Physiocrates — Quesnay, Gournay, Mercier de la Rivière, l'abbé Beaudeau, Dupont de Nemours — avaient à peine frayé la voie, dans laquelle l'Écossais Adam Smith et le Français Jean-Baptiste Say entraîneront plus tard les nations civilisées.

La Révocation de l'Édit de Nantes avait eu, entre autres résultats, celui de répandre dans toute l'Europe le Système mercantile, car chacune des nations auxquelles les Protestants émigrés étaient venus apporter des industries nouvelles avait tenu à protéger ces entreprises naissantes en fermant son territoire aux produits rivaux.

L'Europe du nord-ouest, la seule importante au point de vue de la production et des échanges, était hérissée de barrières douanières que les commerçants franchissaient avec de grandes difficultés.

En 1789, notre commerce extérieur général — la statistique n'était pas assez précise pour que nous puissions faire la part du commerce spécial — était évalué à 1.078 millions, dont 441 millions à l'importation, et 637 millions à l'exportation.

En 1792, il arrive à 1.732 millions, grâce à l'œuvre de la Constituante, à laquelle nous devons la suppression, en 1791, des douanes intérieures, et l'adoption d'un tarif douanier libéral. Mais les luttes de la Convention contre l'Angleterre brisent net l'effort du commerce, et, en 1799, — sous le Directoire, — nous sommes au chiffre global de 590 millions de francs, y compris le commerce avec les colonies.

Le Consulat succède au Directoire, et l'Empire au Consulat. La lutte s'engage bientôt entre l'Angleterre et Napoléon, et le Blocus continental rend impossible toute entreprise commerciale régulière et de longue haleine. Notre commerce extérieur est gravement atteint: après être monté de 790 millions en 1802, à 933 millions en 1806, il retombe à 769 millions en 1807 et à 621 millions en 1809.

Mais il serait puéril de demander aux chiffres de cette période des indications sur les causes économiques des mouvements de nos échanges internationaux: un duel à mort est engagé entre Napoléon

et l'Angleterre, et l'Empereur fait la guerre avec ses douaniers comme avec ses soldats.

Il faut donc attendre la Restauration pour que le marché international, affranchi des servitudes guerrières, se remette en équilibre, et fonctionne normalement.

En 1815, notre commerce extérieur oscille autour du chiffre de 700 millions de francs. Déjà, les idées libérales ont fait quelques progrès et le gouvernement des Bourbons ne paraît pas hostile à l'établissement d'un régime douanier, protectionniste sans doute, mais sans prohibitions ni taxes excessives. Mais ces tendances ne purent prévaloir, par suite des nécessités politiques. Les Chambres de la Restauration, élues au régime censitaire, étaient peuplées de gentils-hommes, pour lesquels « labourage et pâturage étaient les deux mamelles de la France » : ils tenaient en médiocre estime et les industriels et les commerçants. Parmi les producteurs, les agriculteurs ont été de tout temps les plus déterminés protectionnistes.

La politique commerciale de la Restauration s'orienta donc peu à peu, et de plus en plus, vers la protection bien caractérisée, souvent même vers la prohibition. Aussi, bien que la paix régnât en Europe, et que les entreprises commerciales fussent assurées d'une sécurité absolue, nos échanges n'augmentèrent que bien lentement : en 1829, ils se chiffrent, au commerce spécial, le seul dont nous nous occuperons désormais, par 988 millions (fig. 1).

La monarchie de Juillet parut, tout d'abord, vouloir revenir à des taxes douanières plus modérées : elle avait, en effet, à satisfaire une clientèle politique composée plutôt de financiers, de commerçants et d'industriels, que d'agriculteurs ; aux seigneurs « terriens » avaient succédé les représentants de la haute bourgeoisie. Cependant, l'évolution fut lente, très lente, tant était puissante

alors la doctrine protectionniste ; et elle ne commença guère qu'en 1836. Mais la prospérité industrielle s'affirmait tous les jours. D'autre part, la campagne de « l'Anti-corn-law-league », activement menée en Angleterre par Cobden et la Ligue de Manchester, avait sa répercussion en France, où, sous l'impulsion de Bastiat, Horace-Emile Say, Michel Chevalier, etc., se fondait, à Bordeaux, « l'Association pour la liberté des échanges », le 10 février 1846. Aussi voyons-nous apparaître, le 31 mars 1847, le projet douanier, relativement libéral, de M. Cunin-Gridaine, ministre du Commerce. Mais l'opposition protectionniste fut si ardente, que la discussion s'éternisa :

elle durait encore, quand s'éroula le trône de Louis-Philippe.

Pendant cette période, nos échanges s'étaient sensiblement accrus :

En 1829, notre commerce extérieur avait été de 988 millions ; en 1836, il atteignait 1.193 millions ; en 1847, il arriva à 1.676 millions (fig. 1).

La France prenait rang, de plus en plus, parmi les Puissances industrielles. Et l'établissement de

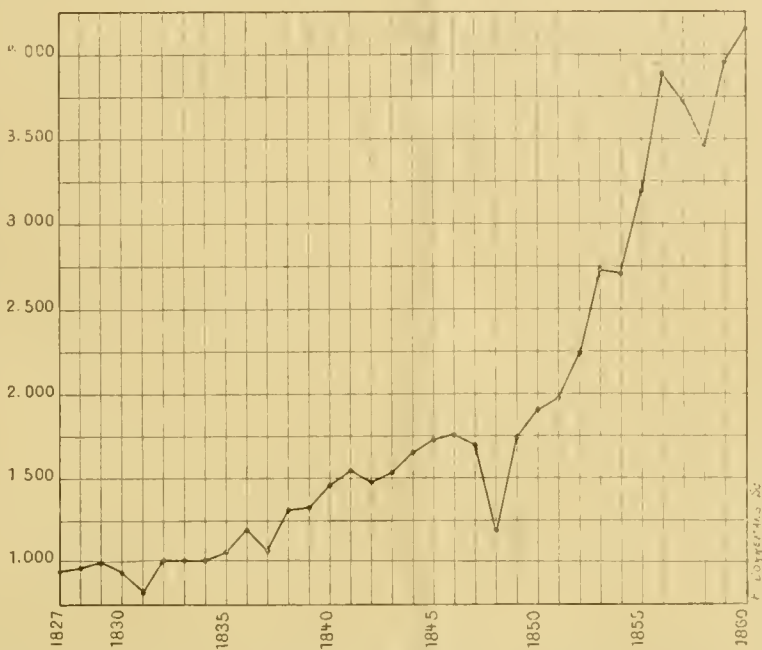


Fig. 1. — Commerce extérieur de la France de 1827 à 1860. (Commerce spécial en millions de francs, numéraire non compris.) Période du régime de protection caractérisée.

notre grand réseau ferré allait contribuer, grandement, au développement des entreprises commerciales.

Arrivé au pouvoir avec la Révolution de 1848, le Socialisme entreprit de supprimer la concurrence internationale, et l'Assemblée nationale revint à une protection exagérée, même aux prohibitions. Mais la réaction ne fut pas plus durable que la Révolution. Et quand Napoléon III eut rétabli l'Empire, la marche vers la liberté reprit immédiatement.

III

Napoléon, dans sa jeunesse, avait passé de longues années en Angleterre. Il avait assisté aux principaux actes de la Ligue de Manchester, et avait été conquis par les ardents apôtres du libre-

échange. Il comptait appuyer son action politique non plus sur la noblesse — qu'il humilia volontiers, surtout au début de son règne, — ni même sur la haute bourgeoisie, mais bien sur le peuple. La population des campagnes tenait toujours à la protection douanière; le peuple des villes, le plus ardent des bataillons politiques, avait encore besoin d'une longue éducation économique pour en arriver à comprendre que toute mesure susceptible d'étendre notre commerce extérieur vivifiait par cela même l'industrie, et augmentait le bien être de la classe ouvrière. Aussi Napoléon III se montra-t-il très prudent dans la préparation de l'évolution économique qu'il jugeait indispensable. La période de 1850 à 1859 vit apparaître une série de décrets, réalisant, petit à petit, ce qu'une loi n'eût pu réaliser en bloc, sans émouvoir profondément le pays. L'Exposition de Londres de 1851, celle de Paris de 1855, prouvèrent que nous étions armés suffisamment pour la lutte internationale. Notre commerce montait, d'ailleurs, très rapidement et d'une façon ininterrompue (fig. 1) :

En 1852.	2.246 millions
En 1855.	3.152 —
En 1860.	4.174 —

Cette augmentation était due, surtout, au développement de l'industrie, et à l'importation des matières premières.

Le moment était venu de chercher la formule qui donnerait satisfaction aux libre-échangistes, sans atteindre directement les protectionnistes. Michel Chevalier trouva cette formule : il préconisa les Traités de Commerce. Un traité de commerce n'est pas, nécessairement, un acte de libre-échange; il peut être, tout aussi bien, un acte de protection. Mais, qu'il soit à tendances protectionnistes, ou à tendances libre-échangistes, il comporte toujours des tarifs modérés, car la libre discussion entre deux Puissances ayant des intérêts rivaux aboutit fatalement à un compromis et exclut toute exagération. En fait, les Traités de commerce inaugurés en 1860 n'ont été, vraiment, des actes de libre-échange que parce qu'ils mettaient fin à une longue période de protection plus ou moins accentuée. En les appréciant en eux-mêmes, on aperçoit qu'ils procèdent d'une théorie libre-échangiste, ou protectionniste modérée : il est permis d'adopter l'une ou l'autre hypothèse, sans méconnaître les faits. Leur grand avantage fut de codifier les taxes des produits échangés par les principales nations européennes, pour une période assez longue : de dix années d'abord, puis de plusieurs fois dix années, par renouvellements successifs, et de permettre ainsi aux grandes entreprises industrielles et commerciales d'établir leurs travaux sur des bases stables.

Michel Chevalier fut l'organisateur du système. Il convertit à ses convictions Napoléon III en France, Cobden et Gladstone en Angleterre. La retentissante « Lettre-Programme », publiée au *Moniteur* du 5 janvier 1860, était signée Napoléon; mais elle traduisait nettement les idées de Michel Chevalier : l'empereur approuvait l'œuvre de l'économiste, la prenait à son compte et allait la réaliser.

Quel fut le programme sommaire de cette évolution économique, qui donna au commerce de la France une si vive impulsion ?

Il tient en quelques formules :

1^o Développer la production agricole nationale : en multipliant les capitaux par l'expansion des institutions de crédit; en facilitant la circulation des marchandises par l'exécution de grands travaux publics, notamment par l'extension de notre réseau ferré;

2^o Développer la production industrielle : en laissant entrer en franchise, ou à des taxes très modérées, les matières premières utiles aux usines; en stimulant l'action du capital par la création de nombreuses banques;

3^o Favoriser enfin l'échange international des produits agricoles ou manufacturés : en supprimant les prohibitions; en donnant au commerce, par l'institution de traités à longs termes, conclus avec les principales nations civilisées, la stabilité indispensable aux entreprises de longue haleine.

Comment fut réalisée chaque partie de ce programme? Nous ne le rappellerons pas ici, car ce serait élargir considérablement le cadre de cette étude. Il nous suffira de dire que de la théorie on passa à la pratique, et que l'ère des Traités de commerce fut ouverte le 23 janvier 1860, par la signature du traité de commerce franco-anglais. Ce traité fut suivi de conventions analogues avec toutes les grandes nations commerçantes. Et les traités de commerce ont été la base de notre orientation commerciale jusqu'à la réforme du 11 janvier 1892.

Quels furent les résultats immédiats de l'application du système des Traités de commerce? Une prospérité générale indéniable, qui dura jusqu'à la fatale guerre franco-allemande de 1870-1871; une activité industrielle si intense que, dès 1868, la surproduction mettait en crise le marché industriel; une activité agricole que les hommes de la campagne vantent encore, et d'autant plus qu'ils ne savent pas toujours reconnaître que les temps sont changés.

Quant à notre commerce extérieur (fig. 1 et 2), il augmenta toujours, grâce au développement des échanges avec les nations bénéficiant d'un traité :

En 1860, il atteint 4.174 millions.

En 1868, il se chiffre par 6.094 millions.

La surproduction industrielle n'eût-elle pas amené une réaction sensible? La question reste en suspens, car la guerre franco-allemande vint mettre un terme à la prospérité matérielle de la période impériale et modifier la situation commerciale de l'Europe. Somme toute, l'expérience avait donné d'heureux résultats. Et nous n'avions aucune raison de changer de système économique. C'est donc, encore, sous le régime des Traités, que la vie commerciale reprit en 1871.

Cependant, un traité de commerce avait disparu : celui qui régissait nos rapports avec le Zollverein allemand. Il était remplacé par l'article II du traité de paix du 10 mai 1871, signé à Francfort-sur-le-Main par les plénipotentiaires français et allemands. Cet article II stipulait que l'Allemagne jouirait, à l'égard de la France, de la clause de la nation la plus favorisée; c'est-à-dire que les concessions douanières par nous faites aux divers pays commerçants seraient, *de plano*, faites aussi à l'Allemagne. Toutefois, l'article ne serait applicable qu'autant

que les concessions auraient été faites à l'Angleterre, la Belgique, les Pays-Bas, la Suisse, l'Autriche et la Russie. D'autre part, l'Allemagne acceptait une clause de réciprocité.

Cette convention commerciale avait ceci de particulier qu'elle n'était plus revisable par de libres pourparlers : inscrite dans un traité de paix, elle ne pouvait être modifiée que par un acte de guerre.

On a beaucoup discuté sur la portée économique de l'article II du traité de Francfort. En réalité, ses effets ont été peu sensibles sur les mouvements de notre commerce extérieur. C'est ailleurs qu'il faut chercher les causes non pas de notre décadence commerciale, comme on dit assez souvent, — en employant une expression trop sévère, — mais bien de l'atonie de notre commerce extérieur.

IV

Jusqu'en 1870, nous n'avions connu qu'une nation concurrente sur le marché international, et cette nation était l'Angleterre. Par suite du développement général des voies de communication, de l'augmentation du tonnage des navires, — cause immédiate de l'abaissement du prix du fret, — enfin du remplacement progressif des navires à voiles par les navires à vapeur, à marche de plus en plus rapide, le marché international va désormais être la proie du plus hardi, du plus souple, du plus habile, et nous allons y voir paraître les nations jeunes, pleines de sève : l'Allemagne, née en 1871,

et les Etats-Unis, unifiés une fois encore — s'il est permis de se servir de cette expression — par la guerre de Sécession.

L'entrée en ligne de ces nations devait avoir pour conséquence un retour au système de la protection. Une nation ne peut paraître avantageusement, en effet, sur le marché international, que lorsqu'elle produit beaucoup et à bas prix :

elle ne produit à bas prix que quand elle dispose d'un puissant outillage industriel; or, pour assurer le développement de son outillage industriel, elle doit, tout d'abord, réserver aux usines nationales son marché intérieur; et, pour arriver à ce but, elle est obligée de fermer ses frontières aux produits étrangers rivaux. Toute nation jeune est donc, forcément, protectionniste. Elle n'évolue vers le libre-échange que quand sa production se transforme en surproduction. Si plusieurs nations ferment leurs frontières, les autres sont tenues de suivre leur exemple, sous peine de se trouver en état d'infériorité.

L'Angleterre seule fait exception à la règle : reine de la mer, maîtresse des transports maritimes internationaux, peu agricole, essentiellement industrielle, elle ne peut maintenir sa suprématie que par le libre-échange. Mais les autres na-



Fig. 2. — Commerce extérieur de la France de 1861 à 1892. (Commerce spécial en millions de francs, numéraire non compris.) — Période de libre-échange modéré et de traités de commerce à longs termes.

tions ne sauraient échapper à la règle commune.

L'expérience l'a prouvé avec une entière netteté.

Quand la France eut pansé ses blessures, elle se préoccupa de réorganiser ses douanes. La majorité parlementaire, élue sur un programme de paix, comprenait surtout de gros propriétaires fonciers. C'est dire qu'elle était plutôt protectionniste. D'autre part, la France avait besoin d'argent pour reconstituer sa puissance militaire, et réparer les désastres de la guerre. Il fallait créer de nouveaux impôts. Les douanes devaient être appelées à fournir leur contingent de subsides. Quelques mesures protectionnistes étaient donc imposées par les circonstances. Mais, sauf le traité de commerce franco-allemand, tous les autres subsistaient. Et les industriels et les commerçants se souvenaient des années prospères vécues sous le régime des traités.

Le législateur dut tenir compte des deux éléments de la situation, et, s'il revint à la protection, ce fut très lentement, partiellement, et avec tous les ménagements désirables. Après des débats souvent orageux, les traités de commerce venus à expiration furent renouvelés, à peu près dans les mêmes conditions que précédemment. La démission du maréchal de Mac-Mahon, en 1876, en laissant le champ libre à l'action des progressistes, donna un regain de vitalité aux théories libre-échangistes. D'ailleurs, notre commerce se développait sans cesse, et du chiffre de 6.440 millions en 1871, il s'élevait en 1879 à 7.826 millions, et, en 1880 à 8.501 millions (fig. 2).

Cependant, l'idée protectionniste allait bientôt prédominer, par suite de l'entrée en scène de l'Allemagne. Le prince de Bismarck s'occupait alors d'organiser l'action commerciale de l'Allemagne, comme il avait organisé sa puissance militaire : en 1879, il surélève les barrières douanières. Les Etats-Unis avaient, de même, fermé leur territoire, de 1874 à 1879, par le vote de taxes de plus en plus élevées : ils devaient en arriver, en 1890, avec les tarifs Mac-Kinley, à des taxes parfois prohibitives.

La Russie, désireuse de devenir une puissance industrielle, agissait de même.

Était-il possible que les autres nations, arrêtées dans leur expansion par ces barrières, pussent ouvrir leurs frontières aux produits de concurrents aussi peu libéraux ? Il fallut bien songer à se défendre et à traiter les produits étrangers avec une certaine sévérité.

La France, en 1881, entra dans la voie de la protection de ses produits agricoles, assez timidement d'ailleurs. Et, une fois encore, de 1881 à 1886, elle renouvela les traités de commerce venant à échéance.

Mais le mouvement protectionniste, qui entraînait

le monde civilisé, se faisait sentir de jour en jour plus vivement dans notre pays. L'idée républicaine s'imposant de plus en plus à la Nation, les populations rurales, essentiellement protectionnistes, venaient à leur tour prendre rang dans la majorité gouvernementale. Dès lors, le mot « liberté », tout en conservant sa signification en matière politique, ne pouvait plus avoir la même emprise sur les foules au point de vue économique. La France redevint protectionniste, ouvertement, et une campagne, à laquelle M. Méline a attaché son nom, s'organisa pour amener une révision de nos tarifs douaniers. Michel Chevalier avait fait passer la France, insensiblement, de la protection au libre-échange modéré ; M. Méline allait diriger le mouvement qui substituera au libre-échange la protection modérée.

La situation de notre commerce extérieur ne fournissait, d'ailleurs, aucune indication précise : il demeurait à peu près stationnaire. Nous avons enregistré, pour 1880, le chiffre de 8.501 millions ; en 1886, nous notons 7.457 millions, et, en 1890, 8.021 millions (fig. 2).

Les traités de commerce, généralement conclus pour dix ans, allaient de nouveau arriver à terme. Il fallait les renouveler, ou les dénoncer. Un grand débat s'ouvrit dans toutes les assemblées, politiques ou techniques, du pays. Et, de cette vaste enquête est née la loi du 11 janvier 1892, qui est encore notre charte commerciale.

Voici l'idée maîtresse de cette réforme :

- 1^o Protection efficace pour les produits agricoles ;
- 2^o Protection efficace pour les produits manufacturés ;
- 3^o Taxes modérées sur les matières premières étrangères nécessaires à nos usines ;
- 4^o Et quand ces matières premières font concurrence à la production nationale similaire, un jeu de primes met le produit national en mesure de subir cette concurrence.

Le principe des primes a surtout trouvé son application dans la question des soies. Nous produisons des cocons, 7 à 9 millions de kilogrammes par an. Cette culture fait vivre une partie des populations de la vallée du Rhône, des Corbières aux Cévennes et aux Alpes, et de Valence à Marseille. Mais notre production ne suffit pas à alimenter les usines de la région lyonnaise. Nous avons donc laissé les soies d'Italie entrer assez facilement ; mais les sériciculteurs et les tilateurs français ont obtenu des primes qui suffirent à les maintenir en gain.

Une grosse question avait été soulevée, qui mettait en jeu le principe même des traités de commerce : on leur reprochait de nous lier pour longtemps, alors que la situation économique gé-

nérale évoluait sans cesse; on les accusait, en outre, de n'avoir même pas l'avantage de la stabilité, car, par suite du jeu de la clause de la nation la plus favorisée, toute concession faite à une nouvelle nation contractante avait sa répercussion sur tous les autres traités en cours.

La loi de 1892 a tranché la controverse, en remplaçant les traités à longs termes par des traités *sine die*, renouvelables d'année en année par tacite reconduction, et qui sont ainsi dénonçables tous les ans.

Enfin, le Parlement a tenu à enfermer l'action du Chef de l'État dans des limites bien définies. En théorie, le Président de la République demeure, de

général : cela veut dire qu'ils ne peuvent être conventionnalisés. Quelques autres sont portés au tarif minimum avec la mention : Exempts; cela veut dire qu'on peut, par convention, les laisser entrer en franchise.

En pratique, les traités de commerce ont survécu. Mais les négociateurs se bornent à accorder à la nation contractante le barème du tarif minimum, en totalité ou en partie. La clause de la nation la plus favorisée a été maintenue : mais elle ne peut plus produire de surprises, grâce au tarif minimum. Et les conventions n'ont plus, comme jadis, nous l'avons vu, une durée définie.

C'est sur ces bases que nous avons traité, depuis

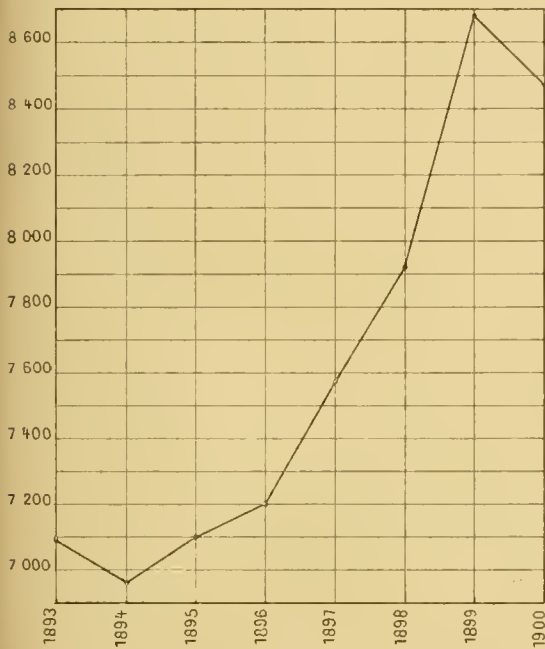


Fig. 3. — Commerce extérieur de la France de 1893 à 1900. (Commerce spécial en millions de francs, numéraire non compris.) — Période de protection modérée, avec traités de commerce à courts termes. Les chiffres de 1900 ne sont que provisoires.

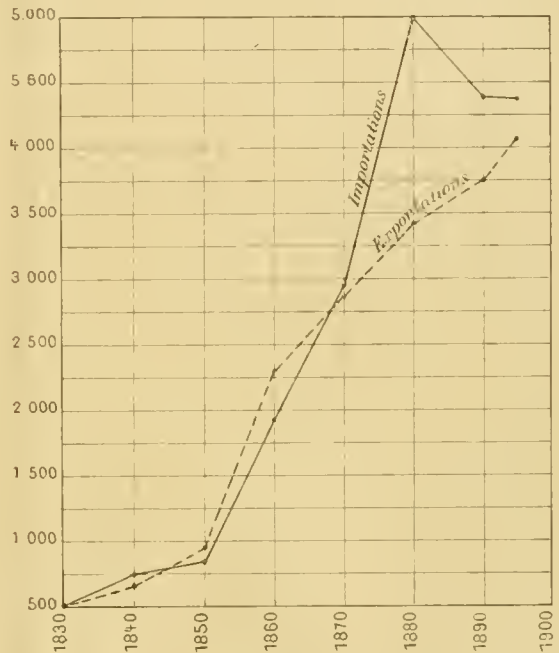


Fig. 4. — Commerce extérieur de la France. Importations et exportations de 1830 à 1890. (Commerce spécial, en millions de francs.)

par la Constitution, maître de passer des traités de commerce suivant sa volonté. Mais, en pratique, on lui a indiqué les limites en deçà et au delà desquelles il ne saurait agir sans trahir la volonté nationale. Ces bornes ont été posées par le nouveau tarif, qui offre la particularité d'être un tarif double, comportant un tarif général et un tarif minimum. Le tarif général est un tarif de protection large. Le tarif minimum est un tarif de protection stricte. Le Président de la République ne peut, dans une convention commerciale, descendre au-dessous du tarif minimum sans mettre en jeu, indirectement du moins, sa responsabilité, et sans méconnaître la volonté du Parlement.

Certains produits ne sont inscrits qu'au tarif

le 30 janvier 1892, avec toutes les Puissances commerciales du monde civilisé. L'accord ne s'est fait qu'en 1895 avec la Suisse et qu'en 1899 avec l'Italie. Mais, à l'heure actuelle, deux Puissances seulement n'ont pas, avec nous, de traité de commerce librement consenti : l'Allemagne, qui conserve le bénéfice de l'article II du Traité de Francfort, et le Portugal.

Pourquoi cette indifférence de la part du Portugal? Elle s'explique par ce fait que cette nation est sous la dépendance économique de l'Angleterre. Nous n'avons, d'ailleurs, pas de raisons sérieuses pour lui faire des avances. Nous avons à régler avec elle trop de questions financières délicates pour ne pas attendre une manifestation sincère de sa bonne volonté.

V

Qu'est devenu notre commerce extérieur sous le régime inauguré en 1892? Il a baissé d'abord (fig. 3 : de 8.190 millions en 1890, il est tombé à 6.928 millions en 1894, pour remonter ensuite à 8.671 millions en 1899, et se fixer autour de 8 milliards et demi en 1900. Les chiffres de 1900 et de 1880 sont sensiblement égaux. Et, en réalité, depuis vingt ans, notre commerce extérieur est plutôt stationnaire. Nous ne saurions tenir ces chiffres pour satisfaisants.

Si nous examinons les importations de notre pays, de 1830 — année où notre commerce extérieur a pris son essor

— jusqu'en 1900 (fig. 4), nous constatons: qu'après avoir grandi parallèlement aux exportations, de 1850 à 1870, principalement pendant la période des Traités de commerce, elles ont ensuite augmenté brusquement jusqu'en 1880, pour se rapprocher ensuite du chiffre des exportations.

Si nous examinons ensuite les exportations, nous constatons qu'elles ont augmenté, d'une manière continue, lentement de 1830 à 1850, rapidement de 1850 à 1870, lentement de 1870 à 1900.

Que nos importations aient beaucoup augmenté pendant la seconde moitié de ce siècle, principalement pendant le dernier quart, c'est un fait dont il n'y a pas lieu de se réjouir outre mesure : la France, en effet, est, de toute l'Europe, le pays qui devrait le moins importer, car il est à la fois — et c'est pour cela qu'il est riche — gros producteur agricole et gros producteur industriel. Pour les denrées de première nécessité, nous pouvons, en année normale, nous suffire à nous-mêmes. En important des denrées étrangères, nous nous appauvrissons d'autant. Que nous importions, de plus en plus, des matières premières nécessaires à l'industrie, rien de mieux : à condition, toutefois, que nos exportations de produits manufacturés

bénéficient d'une augmentation proportionnelle. Or, tel n'est pas le cas. Nos exportations ne se développent qu'avec une extrême lenteur. Et c'est le marché national qui absorbe surtout les produits des usines. Il y a donc, dans l'intérieur du pays, un roulement actif de capitaux. Mais la richesse nationale ne s'accroît pas comme elle le ferait si nous développions notre clientèle étrangère.

La caractéristique de notre commerce extérieur, pour la période de 1870 à 1900, pendant laquelle l'activité du marché mondial a été si remarquable, est que nous progressons très lentement, tandis que d'autres nations témoignent d'une véritable force d'expansion : nous marchons, tandis que l'Allemagne et les États-Unis courent.

Cette constatation est inquiétante.

Les progrès industriels de l'Allemagne ont été considérables pendant ces vingt-cinq dernières années. Grâce à l'activité de ses usines, la nation germanique a pu, tout d'abord, alimenter son marché intérieur; puis, elle s'est présentée sur le marché international, et y a conquis une place telle, qu'elle s'est po-

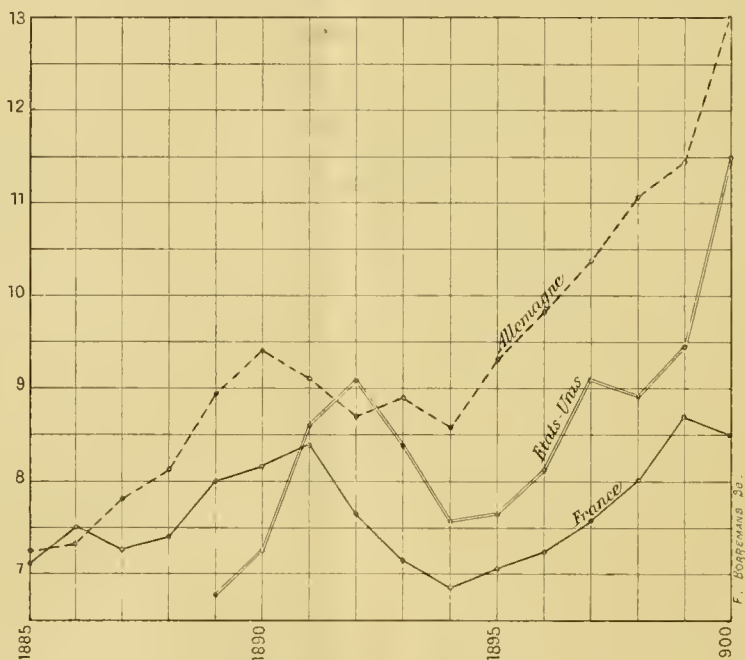


Fig. 5. — Commerce extérieur de la France, comparé à celui des grandes nations commerçantes autres que la Grande-Bretagne. (Commerce spécial, en milliards de francs.)

sée en rivale de la nation anglaise.

Dès 1885 (fig. 5), le commerce extérieur de l'Allemagne égalait le nôtre; en 1890, il avait une avance de plus d'un milliard; en 1900, il nous distance de près de quatre milliards et demi.

Un autre concurrent est apparu, tout aussi redoutable, sur le marché du monde : ce sont les États-Unis. Il y a vingt-cinq ans, les États-Unis n'importaient guère, en Europe, que des denrées agricoles, et leur commerce extérieur était de tout deuxième ordre. En 1891, se manifeste une activité industrielle intense.

Le marché intérieur de l'Union absorbe, tout d'abord, le supplément de production. Puis les produits américains apparaissent sur tous les marchés du monde. Classés au quatrième rang, en 1890, après celui de l'Angleterre, de l'Allemagne et de la

France, le commerce extérieur des États-Unis nous enlève la troisième place en 1891 (fig. 6), et il grandit si rapidement, qu'il semble devoir bientôt disputer le deuxième rang au commerce allemand.

Jusqu'en 1870, il n'y avait que deux grandes nations commerçantes : l'Angleterre et la France, et elles se partageaient le marché du monde.

Aujourd'hui, la clientèle mondiale a quatre fournisseurs de premier ordre : Angleterre, Allemagne, États-Unis, France, — et il ne faut pas dédaigner la Belgique et la Hollande, dont les progrès économiques méritent de retenir l'attention. Et si l'on tient compte de l'activité industrielle qui se manifeste en Russie et au Japon, il faut bien reconnaître que la lutte pour la conquête des marchés de consommation va devenir sévère.

C'est une des raisons qui ont poussé les grandes nations euro-

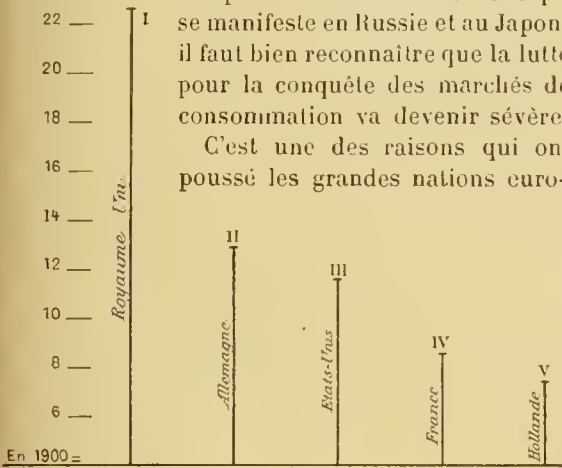
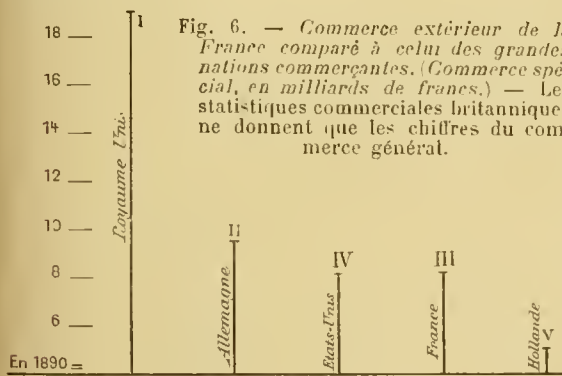


Fig. 6. — Commerce extérieur de la France comparé à celui des grandes nations commerçantes. (Commerce spécial, en milliards de francs.) — Les statistiques commerciales britanniques ne donnent que les chiffres du commerce général.



péennes à développer leur puissance coloniale. Mais, s'il est vrai que le marché de consommation se soit accru par les conquêtes coloniales, sa puissance d'absorption ne sera pas comparable, de longtemps, à la puissance de production des grandes nations européennes. Déjà, l'Allemagne semble en état de surproduction, et un tassement général se produit sur son marché. L'activité industrielle de l'Angleterre se ralentit et les progrès récents du commerce britannique ne sont qu'apparents : c'est à l'élévation des prix de la houille et des matières premières nécessaires aux industries métallurgiques, qu'est due l'élévation du chiffre du commerce de la Grande-Bretagne pendant ces deux dernières années.

La puissance d'absorption de la clientèle extérieure n'augmentant pas aussi vite que la production, l'Angleterre, l'Allemagne, les États-Unis et la France vont en être réduits à lutter entre eux, pour se maintenir sur les marchés d'exportation. La victoire reviendra au plus actif, et au mieux outillé. Nous ne sommes certainement pas en état d'infériorité, au point de vue des éléments de la production. Mais nous témoignons, au point de vue de la diffusion des produits, d'une atonie qui peut compromettre notre avenir.

Nous ne saurions compter sur le développement de notre marché intérieur pour assurer des débouchés nouveaux à notre production, car la population française n'augmente plus. Tandis que la natalité procure, tous les trois ans, à l'Allemagne, une population égale à celle que lui valut l'annexion de l'Alsace-Lorraine, c'est à peine, chez nous, si les naissances sont aussi nombreuses que les décès. Au commencement du siècle, nous étions sinon la nation la plus nombreuse, du moins la plus importante des nations civilisées et définitivement unifiées. Aujourd'hui, avec nos 38 millions et demi d'habitants, nous sommes loin de la Russie, qui en compte 106 millions sur son territoire européen ; de l'Allemagne, dont la population dépasse 55 millions ; de l'Autriche-Hongrie, qui recensera bientôt 45 à 46 millions de citoyens. Nous avons perdu, récemment, le quatrième rang, que le Royaume-Uni nous enlève avec 40 millions d'habitants. Et le jour approche où l'Italie sera aussi peuplée que notre pays. Nous devons donc nous lancer, résolument, dans l'exploitation du marché extérieur, du marché mondial, le nôtre ne pouvant suffire à notre activité industrielle.

En étudiant attentivement les résultats obtenus par un siècle d'efforts, nous constatons qu'à la période très active, celle de 1850-1870, a succédé une période d'atonie. Le fait est inquiétant, car il nous est particulier. Le tableau suivant en témoigne :

Commerce extérieur des principales nations (en chiffres ronds).

PAYS	1850 milliards	1900 milliards	GAIN milliards
Angleterre	17	22 1/2	5 1/2
Allemagne	8	12 1/2	4 1/2
États-Unis	7	11 1/2	4 1/2
Hollande	3 1/2	7	3 1/2
Belgique	3	4 1/2	1 1/2
Russie	2 1/2	5 1/2	3
France	8 1/2	8 1/2	0

Dans l'état présent du monde économique, qui n'avance pas recule. Ne laissons donc pas le champ libre aux Puissances rivales. Si une amélioration ne se produit pas, et tout de suite, nous n'aurons plus de chances sérieuses de reconquérir le terrain perdu.

Marcel Bichon.

Sous-directeur de l'École Supérieure de Commerce de Montpellier

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Festschrift zur Feier der Enthüllung des Gauss-Weber Denkmals. — Grundlagen der Geometrie, von Dr David HILBERT, O-Professor an der Universität Göttingen. — Grundlagen der Elektrodynamik, von Dr Emile WIECHERT, A-O-Professor an der Universität Göttingen. — 1 vol. in-4° de 204 pages avec figures dans le texte. (Prix : 6 mk.) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1901.

Ces deux essais ont été publiés à l'occasion du jubilé de Gauss.

Le premier, consacré aux principes fondamentaux de la Géométrie, que M. Hilbert a plus profondément étudiés que personne, a été récemment traduit en français¹. C'est une œuvre digne de l'illustre géomètre auquel elle est dédiée. En voici les principaux chapitres.

Introduction. — I. Les cinq groupes d'axiomes : 1. Axiomes d'association; 2. Axiomes de distribution; 3. Axiomes des parallèles; 4. Axiomes de congruence; 5. Axiome de continuité (ou d'Archimède) [axiome complémentaire, axiome d'intégrité]. — II. La non-contradiction et l'indépendance des axiomes. — III. Théorie des proportions. — IV. Théorie des aires planes. — V. Le théorème de Desargues. — VI. Le théorème de Pascal. — VII. Les constructions géométriques reposant sur les axiomes 1... 5. — Conclusion.

Le second essai, dû à M. Wiechert, est un des exposés les plus nets et les plus concis des principes de l'Electrodynamique moderne. Il est divisé en quatre parties :

I. Introduction mathématique. — II. Principaux faits d'expérience. — III. Théorie de l'Electrodynamique sans avoir égard à la constitution moléculaire de la matière (Maxwell, von Helmholtz, Heaviside et Hertz); extension de la théorie de Maxwell aux milieux en mouvement, d'après Hertz. — IV. Théorie de l'Electrodynamique en ayant égard à la constitution moléculaire de la matière (Lorentz, Wiechert).

Dans ce chapitre, l'auteur rappelle qu'il a lui-même proposé dès 1897 (janvier) de faire jouer, dans la conductibilité des métaux, un rôle important aux ions, dont l'étude des décharges dans les gaz a montré la réalité. A vrai dire, pas plus que Riecke et Drude, qui ont cherché à préciser ces notions, il n'a montré l'origine de la résistance ohmique.

Au moment même où les expériences de M. Crémieu rendent très douteuse la production d'un champ magnétique par convection, il est intéressant de voir quelles difficultés d'interprétation comportent ces expériences dans toutes les théories, car toutes donnent le champ magnétique dû à la convection comme conséquence de la propagation des oscillations hertziennes, et même, plus simplement, de l'unité de la force électrique. L'ouvrage de M. Wiechert, par sa forme condensée et l'absence de digressions, fournit une excellente base de discussion.

MARCEL BRILLOUIN,

Professeur de Physique générale et mathématique au Collège de France.

Gaget (Maurice). — La Navigation sous-marine. — 1 vol. in-18 de 472 pages, avec figures dans le texte. (Prix : 40 fr.) Ch. Beranger, éditeur. Paris, 1901.

Le livre de M. Maurice Gaget est une initiation à la navigation sous-marine. Il aborde la question sous toutes ses faces. On y trouve l'histoire des sous-marins, leur théorie et la description des sous-marins modernes

avec toutes les données peu connues souvent des hommes du métier eux-mêmes parce qu'elles résultent fréquemment d'indiscrétions publiées dans des journaux. Aujourd'hui que le grand coup porté par l'Angleterre en se lançant après la France et l'Amérique dans cette voie, a plus que jamais appelé l'attention sur les sous-marins, cet ouvrage est arrivé à son heure. L'auteur a, d'ailleurs, élargi le champ de son livre au delà des limites de la navigation sous-marine : le plaidoyer qu'il fait pour les torpilles Howell, dont cette Revue a déjà parlé avec éloge, la deuxième partie, qui contient l'exposé le plus clair qui ait été fait des idées de l'amiral Aube et de son Ecole, vaudraient une étude à elles seules; cette dernière est particulièrement intéressante parce qu'elle met en lumière l'idée fautive que l'on se fait, en général, de la suppression des lettres de course par le Traité de Paris, en l'appliquant non seulement à la guerre faite sur mer par les particuliers, mais à la guerre de course faite par l'Etat, que le Traité de Paris n'a nullement visée. Bref, c'est un livre sur les conclusions duquel les opinions peuvent différer, mais qui mérite d'être lu et médité.

2° Sciences physiques

Garrigou (Dr F.). — Le Vin concentré comparé avec les moûts et les raisins concentrés. — 1 vol. in-18 de 193 pages (Prix : 2 fr. 50). Société d'Editions scientifiques. Paris, 1901.

L'idée de concentrer le vin paraît a priori assez peu pratique, quand on songe à la complexité de sa composition et à la facilité avec laquelle on altère son goût délicat lorsqu'on le soumet à des manipulations qui ont quelque chose d'un peu brutal. Il paraîtrait beaucoup plus rationnel de concentrer le moût pour augmenter sa richesse saccharine et, par suite, la richesse alcoolique du vin qu'il produira. Mais, dans cette voie, on est limité, car le fonctionnement des levures s'arrête quand on atteint une certaine teneur alcoolique.

M. Garrigou est d'avis qu'il vaut mieux chercher à concentrer le moût que le vin; d'abord, parce qu'on peut pousser la concentration de ce dernier beaucoup plus loin, et, ensuite, parce qu'on peut opérer en tout temps sur du vin, alors que la concentration du moût doit être faite dès la vendange, ce qui exige un matériel coûteux, utilisé pendant un mois au plus.

Pour opérer la concentration partielle du vin, on peut employer deux procédés : la congélation, qui permet d'éliminer de l'eau sous forme de glace, et la concentration dans le vide.

Disons tout de suite que le premier procédé, qui est d'un emploi assez ancien, est encore utilisé en Bourgogne. Il est excellent pour concentrer dans une faible mesure, pour porter à 12°, par exemple, du vin de 10°. Dans ces conditions, la glace que l'on extrait du vin est de l'eau presque pure. Mais, si l'on voulait pousser beaucoup plus loin la concentration, on obtiendrait de la glace qui retiendrait une forte proportion de vin, et la perte serait importante.

Pour obtenir une concentration plus grande, à moitié par exemple, il faut concentrer dans le vide. C'est le mode opératoire que M. Garrigou a adopté.

Le procédé est assez complexe : on distille le vin dans le vide : on obtient, d'une part, un liquide distillé contenant l'alcool, les substances volatiles et une partie de l'eau du vin, et, d'autre part, un résidu renfermant les matières fixes. On rectifie l'alcool, de manière à éliminer la plus grande partie de son eau, et on ajoute cet alcool

¹ Annales de l'École Normale, 3^e série, t. XVII.

concentré au résidu contenant les matières fixes du vin. Ce mélange est le vin concentré, auquel il suffit d'ajouter l'eau enlevée pour reproduire le vin primitif.

On peut ainsi amener le vin à la moitié de son volume. Si l'on veut pousser plus loin la concentration, ramener le vin au quart de son volume, par exemple, M. Garrigou conseille de ne pas ajouter au résidu aqueux contenant les principes extractifs la totalité de l'alcool extrait du vin, mais d'en ajouter un quart seulement. On conserve à part les trois quart restants d'alcool pour les ajouter en même temps que l'eau, lors de la reconstitution du vin primitif. Si l'on ajoutait la totalité de l'alcool, on précipiterait une notable proportion des substances extractives du vin, et celles-ci ne se redissoudraient qu'imparfaitement ensuite.

M. Garrigou décrit les appareils qu'il propose pour opérer la concentration. Ces appareils ne paraissent pas pratiques pour une opération industrielle, et nul doute que des modifications y seraient apportées si la concentration du vin devenait une industrie nouvelle. Ce qu'il faut surtout retenir des observations de M. Garrigou, c'est que l'on doit écarter le cuivre, le plomb, l'étain et l'antimoine dans la construction des appareils de distillation, tout au moins pour les parties en contact avec le vin, car ce liquide attaque ces métaux d'une façon très appréciable. M. Garrigou préconise la distillation dans des vases de verre ou d'aluminium. L'argent pourrait également être utilisé, et M. Garrigou n'écarte son emploi que pour des raisons d'économie.

Les avantages que présenterait le vin concentré peuvent se résumer ainsi: facilité de transport et conservation assurée. Ce sont certes là deux résultats fort importants, et de nature à contrebalancer les inconvénients du procédé; car il y a des inconvénients: d'abord, la difficulté de l'opération, qui est assez délicate et complexe; ensuite, la qualité du vin, qui subit une certaine dépréciation; celle-ci n'est peut-être pas considérable, mais le vin concentré n'a pas les qualités de fraîcheur du vin naturel.

Un inconvénient d'un autre ordre, auquel se sont heurtés et auquel se heurteront probablement encore ceux qui entreprendront la concentration du vin, est le régime fiscal. Sans doute, M. Garrigou envisage la concentration comme une opération parfaitement licite et honnête, dans laquelle la Régie n'est point lésée; mais la Régie, de son côté, haïra la fraude et trouve l'opération trop favorable aux fraudeurs. Je ne doute d'ailleurs pas que, si la concentration entrait dans la pratique, une entente s'établirait et que la Régie exercerait un contrôle qui lui garantirait ses droits.

De sorte que, en définitive, c'est surtout la difficulté de l'opération, telle que la conçoit M. Garrigou, qui me paraît être la pierre d'achoppement de son procédé. A ce point de vue, je préférerais un appareil continu, tel que celui qu'ont imaginé MM. Schribaux et Baudoin, pour opérer la concentration.

Ces observations ne retirent nullement le mérite du travail de M. Garrigou, qui a le premier appelé l'attention sur l'intérêt que présente la concentration du vin. Je ne doute pas qu'un tel procédé pourrait rendre des services dans certains cas. C'est peut-être dans son application que l'on trouvera une solution du trouble économique dans lequel est plongée la viticulture méridionale, car la concentration appliquée aux petits vins de plaine du Midi pourra en faciliter la conservation, d'abord, le transport ensuite, et pallier dans une certaine mesure les inconvénients actuels de cette surproduction de petits vins.

X. ROCQUES,
Ingénieur-Chimiste,
Ancien Chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

Lancaster A.), *Directeur du Service météorologique de Belgique, Membre de l'Académie royale des Sciences. — Annuaire météorologique de l'Observatoire royal de Belgique pour 1901. — 1 vol. in-16 de 376 pages, avec planches. (Prix : 3 fr.) Hayez, imprimeur, Bruxelles, 1901.*

3° Sciences naturelles

Haug (F.). — *Les Géosynclinaux et les Aires continentales. Contribution à l'étude des transgressions et des régressions marines. — Extrait du Bull. Soc. géol. de France. 3^e série, t. XXVIII, p. 617-714, 3 cartes, 1901.*

M. Haug a publié récemment un important travail, très documenté, qui intéresse à la fois géologues et géographes, et dans lequel il s'est surtout efforcé de rechercher les causes de la répartition des terres et des mers aux diverses époques géologiques.

Suess, qui avait déjà essayé de déterminer les lois qui président aux déplacements des rivages, avait recours, pour expliquer ces déplacements, à des mouvements propres de la masse océanique. Il ne croyait pas que les oscillations des continents pussent expliquer les submersions et les émergences répétées de la terre ferme.

M. Haug s'élève avec force contre ces conclusions.

Il établit d'abord le rôle joué par les dépressions connues sous le nom de géosynclinaux, qui n'ont pas cessé, depuis le commencement des temps géologiques, d'être les portions mobiles de l'écorce terrestre, comprises entre des masses continentales toujours stables et qui sont au nombre de cinq : continents nord-atlantique, sino-sibérien, africain-brésilien, australo-indomalgache et pacifique. Grâce à la grande érudition de l'auteur, les limites et les conditions d'existence de ces continents sont déterminées avec son tant au point de vue géologique qu'au point de vue des êtres qui les ont habités (animaux et végétaux).

Les continents actuels résultent du morcellement, parfois très récent, de ces anciennes masses continentales.

L'auteur déduit de ces données générales : d'abord, que les principales transgressions sont toujours consécutives d'une phase de plissement, puisque les déplacements des lignes de rivage sont en relation étroite avec les mouvements du sol.

Il en arrive à formuler la loi suivante :

« Toutes les fois qu'un terme déterminé de la série sédimentaire se présente en transgression sur les aires continentales, le même terme est en régression dans les géosynclinaux, et réciproquement. » Ce qui revient à dire que les transgressions sur les aires continentales sont compensées par les régressions dans les géosynclinaux et *vice versa*.

Cette conclusion, inconciliable avec toutes les hypothèses cosmiques ou telluriques qui supposent des mouvements propres de la nappe océanique, s'accorde bien, au contraire, avec l'hypothèse d'oscillations de la terre ferme, qui seraient dues, pense l'auteur, à des mouvements épirogéniques (mouvements verticaux) des aires continentales.

Ce sont là des idées nouvelles fort intéressantes, car elles sont basées sur un ensemble de faits; aussi ne peuvent-elles être que fructueuses en résultats.

PH. GLANCEAUD,
Maître de Conférences à l'Université
de Clermont-Ferrand.

Clautriau (feu Georges), *Assistant à l'Institut Botanique de l'Université de Bruxelles. — La digestion dans les Urnes de Nepenthes. — 1 brochure in-8^o de 34 pages. (Extrait des Mémoires de l'Académie roy. de Belgique, Hayez, éditeur, Bruxelles, 1901.*

La digestion des substances albuminoïdes dans les urnes de *Nepenthes* a fait l'objet d'un grand nombre de travaux; mais, jusqu'ici, on avait constaté seulement la présence d'une zymase dans le liquide qui emplit les urnes, et on avait reconnu que ce ferment protéolytique se rapprochait de la pepsine, sans cependant en préciser la nature.

D'autre part, les recherches effectuées par les divers expérimentateurs avaient été poursuivies sur des *Nepenthes* cultivés en serre dans nos pays, aussi les obser-

vations de Clautriau présentent-elles d'autant plus d'intérêt qu'elles ont été faites *in situ* sur des plantes vivant en épiphytes dans les forêts de Java où l'auteur a pu séjourner pendant un certain temps.

Certaines expériences ont porté sur les urnes de *Nepenthes melanophora*, dans lesquelles Clautriau ajoutait, au moyen d'une pipette stérilisée, une quantité assez minime d'albumine rendue incoagulable par le sulfate de fer et stérilisée également. D'autres ont été conduites *in vitro* avec le liquide des urnes.

L'auteur a pu ainsi constater qu'il existe bien chez les *Nepenthes* une zymase peptonifiante agissant en milieu acide et transformant les albumines en peptones vraies; mais cette substance, de même que l'acide qui l'accompagne dans le produit de sécrétion des urnes, ne prend naissance que sous l'influence d'une excitation préalable. Il semble, d'ailleurs, que la peptonification complète des albuminoïdes ne soit pas nécessaire pour leur absorption. L'assimilation des peptones est extrêmement rapide, et c'est probablement la cause de l'absence presque constante des Bactéries ou des Champignons dans le liquide de l'urne; mais, si les matières organiques (débris d'insectes) sont trop abondantes, une putréfaction se manifeste, sans aucun inconvénient, d'ailleurs, pour la plante.

Dans ces conditions, il paraît admissible que les urnes apportent au végétal un appoint notable à la quantité d'azote qu'il peut tirer normalement du sol.

L. LUTZ,

Docteur ès sciences,
Chef de Travaux à l'École de Pharmacie de Paris.

Jumelle (Henri), *Professeur adjoint à la Faculté des Sciences et Chargé de cours à la Chambre de Commerce de Marseille.* — **Les cultures coloniales : I. Plantes alimentaires. II. Plantes industrielles.** 2 vol. in-8° 425 pages, et 360 pages, avec figures. (Prix : 4 francs le vol.) J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille. Paris, 1901.

En même temps que l'attention est attirée vers les ressources agricoles de nos colonies, la nécessité s'impose de développer l'enseignement colonial au point de vue spécial de l'exploitation du sol. C'est une tâche où l'Université de Marseille a déjà rendu de grands services. Son Institut colonial, de fondation peu ancienne, a déjà un passé qui l'honore grandement; son avenir s'annonce comme très brillant, grâce au zèle de ses dévoués collaborateurs. Il suffit de rappeler les nombreuses publications qui sont sorties de ses laboratoires; elles arrivent au bon moment et font œuvre d'utilité pratique.

C'est le cas, notamment, du nouveau livre de M. Jumelle, qui vient apporter à la Botanique coloniale un heureux appoint. L'auteur a voulu résumer, pour les planteurs de nos colonies et les élèves de nos Ecoles coloniales ou de Commerce, les diverses méthodes appliquées à la culture des plantes utiles dans les différentes régions intertropicales.

Avec les ressources du Musée Colonial de Marseille et les renseignements qu'y envoient ses nombreux correspondants, avec l'autorité que donnent des travaux antérieurs si appréciés, le livre de M. Jumelle devait avoir un caractère vraiment scientifique.

Dans le premier volume l'auteur passe successivement en revue les plantes féculentes et les céréales, les plantes potagères, les fruits, les plantes saccharifères, les épices et les aromates, les calcéiques. Le second volume comprend les plantes textiles ou oléagineuses, les plantes à caoutchouc ou à gutta, les plantes à parfum et à vernis, les plantes tinctoriales, tannantes, médicinales, narcotiques, fourragères.

On appréciera beaucoup la comparaison des méthodes de culture et des rendements obtenus, qui intéresse tant la partie commerciale de la question. Les renseignements si précis fournis par le texte permettront de tracer quelques cartes de la répartition géographique des principales cultures coloniales, ce genre d'illustra-

tion étant en général apprécié de nos élèves, futurs commerçants ou colons. Les migrations successives des plantes cultivées sont parfaitement indiquées, mais M. Jumelle a eu surtout pour but d'exposer la pratique culturale. Tel qu'il nous est présenté, son ouvrage recommande tout particulièrement pour les bibliothèques des Ecoles de Commerce et pour tous ceux qu'intéressent les productions tropicales. C'est une précieuse contribution à la connaissance de l'Agriculture des pays chauds.

EDMOND GAIN,

Professeur à l'École Supérieure de Commerce,
Maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Müntz (A.), *Membre de l'Institut, Directeur des Laboratoires à l'Institut National Agronomique, et Rousseaux (Eug.)*, *Ingénieur-Agronome, Préparateur de Chimie à l'Institut National Agronomique.* — **Etude sur la valeur agricole des terres de Madagascar.** — 4 vol. in-8° de 216 pages, avec une carte. Imprimerie Nationale. Paris, 1901.

Quand, au prix de sacrifices considérables, une nation est parvenue à acquérir une nouvelle colonie, il importe, si elle veut tenir son rang parmi les contrées voisines, qu'elle ne s'endorme pas dans l'inaction, et qu'elle recherche tout de suite les meilleurs moyens de mettre en valeur le nouveau pays.

C'est le cas qui s'est présenté pour Madagascar. Aussi le gouverneur de l'île, M. le général Gallièni, pensant avec raison que la plupart des pays exotiques valent surtout par leurs productions agricoles, a-t-il demandé à M. Müntz, et à son disciple, M. Rousseaux, de vouloir bien examiner les terres des principales parties de la colonie. C'est à ce travail considérable et ingrat, mais nécessaire, que se sont attachés l'éminent agronome et son collaborateur, dans l'étude très intéressante et très documentée qu'ils ont publiée dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*. On y trouve les résultats de cinq cents analyses environ de terres provenant des districts les plus divers de Madagascar, ainsi que les conclusions particulières et générales qui en découlent. Nous pouvons maintenant, grâce à cette étude, nous faire une juste idée des ressources agricoles que nous devons attendre de notre colonie de l'Océan Indien.

Les recherches de MM. Müntz et Rousseaux nous montrent que les sols de cette île, qui avaient été signalés par certains voyageurs comme possédant une grande valeur agricole, sont, pour la plupart, peu riches en principes fertilisants, n'offrent que peu de ressources à la grande culture et sont difficiles à exploiter.

A l'exception des fonds de vallée, la région centrale se présente dans de trop mauvaises conditions pour être mise en valeur, et ne pourra vraisemblablement jamais devenir un pays de production intensive: la région Ouest est meilleure, formée de terres plus riches, perméables et d'un travail facile, pouvant être avantageusement exploitées.

Le littoral Est, quoique assez pauvre, renferme cependant des terres cultivées qui paraissent un peu fertiles; le climat chaud et humide contribue à y favoriser la végétation. Enfin, le Sud de l'île possède des terrains d'une certaine richesse et d'un travail facile.

En résumé, il ne faut pas regarder toute l'île de Madagascar comme un pays de grand avenir agricole; mais, cependant, beaucoup de points, même dans les régions déshéritées, méritent d'attirer l'attention des colons. Les terres pauvres, qui manquent simultanément des principaux éléments de fertilité, ne peuvent être améliorées d'une façon économique par des engrais ou des amendements nécessitant des transports coûteux, et l'exploitation de ces sols serait onéreuse et aléatoire. Par contre, on peut les utiliser, soit comme pays d'élevage dans les endroits où poussent des herbes propres à la nourriture du bétail, soit comme pays forestiers, là où se trouvent des forêts dont il importe d'empêcher l'incendie par les indigènes.

Le colon devra donc choisir les points privilégiés sous le rapport de la nature des terres et du régime des

eaux et y concentrer ses efforts. La partie restreinte de l'île qui sera ainsi exploitée pourra donner des résultats importants, et assurer à la colonie une certaine prospérité agricole. L'étude de MM. Müntz et Rousseaux, en établissant ces divers points, permettra aux colons de ne pas s'engager dans de fausses spéculations et les empêchera de voir leurs espérances déçues; c'est là un véritable service rendu à la fois à notre pays et à sa nouvelle colonie.

A. HÉBERT.

4° Sciences médicales

Hédon (E.), *Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Physiologie normale et pathologique du Pancréas.* — 4 vol. in-8° de 192 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1901.

On connaît les beaux travaux de M. Hédon sur le pancréas. Ses expériences comptent parmi les plus importantes de celles qui nous ont fait connaître le rôle du pancréas comme glande à sécrétion interne.

D'autre part, tous ceux qui ont lu son *Traité de Physiologie* en ont pu apprécier les qualités didactiques, la clarté et l'élégante concision.

Nul n'était donc mieux qualifié que le professeur Hédon pour nous donner une bonne monographie de la glande pancréatique.

M. Hédon a étudié cet organe au triple point de vue anatomique, physiologique et pathologique. Naturellement, la partie physiologique est la plus importante.

Très au courant des travaux les plus récents, l'auteur a su, en évitant les détails trop minutieux, nous donner un aperçu clair et concis de tous les faits dominants et des résultats les plus récemment acquis.

La technique expérimentale occupe une place assez importante dans ce petit livre, et à juste titre, car c'est bien à propos du pancréas qu'on peut dire : tant vaut la technique, tant valent les résultats, puisqu'il suffit qu'un minime fragment d'organe soit conservé pour que les troubles consécutifs à l'ablation complète n'apparaissent pas. Et ce que je dis au point de vue de la sécrétion interne s'applique entièrement à la sécrétion externe.

N'est-ce pas à une technique aussi judicieuse qu'irréprochable que Pawlow et ses élèves doivent en partie les beaux résultats de leurs recherches sur la digestion ?

Mais quelque nombreuses que soient les expériences sur la sécrétion interne du pancréas, quelque riche que soit la littérature physiologique sur ce sujet, il faut bien reconnaître que nous ne sommes pas encore tout près de connaître le mécanisme des troubles graves de la nutrition qui succèdent à l'ablation totale de cette glande.

Après nous avoir brièvement exposé les diverses théories qui ont été proposées (auto-intoxication; ferment glycolytique de Lépine; théorie de Chauveau et Kaufmann; et, enfin, l'opinion plus récente de M. Lépine, sur l'action adjuvante qu'exerce la sécrétion interne vis-à-vis de la glycolyse des tissus), M. Hédon réserve son opinion, très sagement à notre avis.

L'enquête n'est pas encore close et nous concluons avec M. Hédon qu'il est impossible encore, dans l'état actuel de la Science, de donner une explication formelle de cette question, dont la solution serait pourtant d'un immense intérêt en Physiologie aussi bien qu'en Pathologie.

J.-E. ABELOUS,
Professeur à la Faculté de Médecine
de Toulouse.

Pujade (D^r P.), — *La Cure pratique de la Tuberculose.* 1 vol. in-8° de 374 pages. Prix : 3 fr. 50. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1901.

5° Sciences diverses

Lefèvre (André). — *La Grèce antique. Entretiens sur les Origines et les Croyances.* — 1 vol. in-18 de 463 pages. (Prix : 6 fr.) Schleicher, éditeur. Paris, 1900.

Le sous-titre de ce livre en indique très exactement la nature et le contenu. M. André Lefèvre a réuni en un volume les leçons qu'il a professées à l'École d'Anthropologie sur la civilisation homérique et l'histoire des religions helléniques. De nombreuses traductions de fragments d'Homère et d'Hésiode y sont insérées, écrites en cette langue souple et colorée que s'entend si bien à manier M. Lefèvre. Pas plus que dans ses autres ouvrages, il n'a su — ou voulu peut-être — se défendre ici contre la tendance qui l'entraîne à transformer en une sorte de réquisitoire contre les idées et les croyances qu'il ne partage pas, des recherches historiques qui devraient, à notre sens, conserver un caractère d'entier désintéressement et de parfaite objectivité. Il enlève peut-être ainsi à ces livres de haute vulgarisation quelque peu de l'autorité qu'ils pourraient légitimement revendiquer. Il ne semble pas, d'ailleurs, qu'il ait eu à cœur de se tenir très au courant des travaux qui, au cours de ces dernières années, ont un peu renouvelé l'aspect de la mythologie hellénique, dont on ne fait plus seulement un chapitre de la mythologie indo-européenne, mais qu'on étudie davantage en elle-même et par une méthode moins étroitement philologique, en donnant à l'examen des rites, des coutumes et des institutions une importance beaucoup plus grande dans l'interprétation des mythes cosmiques et des légendes divines.

L'absence d'index et, pour la plupart des faits cités, de références précises enlève au livre de M. Lefèvre une partie de son utilité, et c'est grand dommage, car nul ouvrage n'est plus propre à faire sentir la prestigieuse beauté et la magie séductrice et naïve des antiques cosmogonies de l'Hellade.

Nous ne saurions présenter ici la critique détaillée d'un livre dont la matière ne rentre pas strictement dans le cadre de la *Revue*, à moins que l'on ne veuille considérer les spéculations d'Hésiode sur la genèse et l'évolution de l'univers, comme un chapitre d'une sorte de préhistoire des sciences; il nous suffira d'en indiquer sommairement le contenu. Les deux premiers chapitres sont consacrés à une brève description des premières populations qui se sont succédé et mêlées sur le sol de la Grèce, à un rapide inventaire des croyances animistes, des cultes zoolatriques et litholatriques, de la religion du feu, du foyer et de la famille, et du culte, le plus ancien peut-être de tous, des arbres et de la forêt. Il esquisse ensuite à grands traits les principaux linéaments de ce qu'il appelle la mythologie pré-hellénique, de cette religion pré-homérique que les découvertes archéologiques nous permettent, en quelque mesure, de reconstituer, et s'attache à déterminer quelle a été la part des peuples d'Asie-Mineure, des Thraces, des Phéniciens dans la genèse de la religion grecque. L'histoire littéraire des poèmes homériques, l'étude des personnages divins et des légendes héroïques et divines qui y figurent, le tableau de la vie grecque à ce stade de l'évolution de la société hellénique remplissent les chapitres suivants. M. Lefèvre parle ensuite des mœurs et des idées au temps d'Hésiode, de sa cosmogonie et de sa théogonie. La légende et le culte d'Héraklès et de Dionysos, le mythe de Déméter, les mystères éleusiniens et la théologie orphique font l'objet des derniers chapitres du livre, que termine un bref exposé de l'expansion de la civilisation hellénique et de la décadence de la Grèce.

L. MARILLIÈRE,
Maître de Conférences
à l'École pratique des Hautes-Études.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

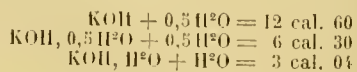
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Juillet 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Coulon indique deux transformations que l'on peut faire subir à la formule de Green pour les équations aux dérivées partielles du second ordre linéaires et à un nombre quelconque de variables indépendantes, ainsi que les applications qui peuvent en être faites pour étendre la méthode d'intégration de Riemann dans le cas des caractéristiques réelles. — MM. Eug. et Fr. Cosserat cherchent la solution des équations de l'élasticité dans le cas où les valeurs des inconnues à la frontière sont données. — M. L. Décombe étudie le mouvement du pendule en milieu résistant. Lorsque la résistance du milieu est une fonction paire de la vitesse, il est facile de démontrer l'isochronisme des oscillations pour une loi de résistance absolument quelconque. Lorsque c'est une fonction impaire, les vitesses du pendule à des instants équidistants de ceux pour lesquels la vitesse est maxima suivent les termes d'une progression géométrique décroissante. — M. G. Königs présente un joint qui permet non seulement de transmettre intégralement la rotation d'un arbre à l'autre, mais encore de faire varier continuellement et indépendamment l'angle que ces arbres forment entre eux.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Cornu indique le principe d'une nouvelle méthode pour la détermination des trois paramètres optiques principaux d'un cristal, en grandeur et en direction, au moyen du réfractomètre. — M. J. Macé de Lépinay a constaté que, dans la production des franges de Herschell, il se forme, au voisinage de la réflexion totale et avant cette dernière, tout à la fois un retard de phase par réflexion sur la première et une avance de phase par réflexion sur la seconde des surfaces limitant la lame mince. Il en résulte que la véritable limite de la réflexion totale serait à 3°,1 de la limite apparente. — MM. A. Pérot et Ch. Fabry ont comparé directement 33 raies du spectre solaire à la radiation verte du cadmium, fournie par un tube de M. Michelson; ils donnent le rapport de la longueur d'onde indiquée par Rowland avec celle qu'ils ont trouvée. Ce rapport varie de 1,0000286 à 1,0000381. — MM. B. Brunhes et P. David rappellent que l'argile cuite prend une aimantation dirigée dans le sens du champ magnétique terrestre à l'instant de la cuisson. Or, ils ont trouvé, dans la région volcanique du Puy-de-Dôme, des couches d'argile de la fin du Pliocène cuites sur place par un fleuve de lave ayant coulé dessus. Ces couches présentent une aimantation de direction bien définie et différente de la direction actuelle du champ terrestre; on a ainsi un moyen pour retrouver la direction du champ terrestre aux époques reculées. — M. E. Esclangon a observé à Floirac (Gironde), le 5 juillet à 8 h. 14, un gros bolide cheminant à raison de plus de 10 kilomètres à l'heure. — M. de Forcrand a reconnu l'existence de quatre hydrates de potassium, $\text{KOH} + 0,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$, qui se forment avec les dégagements de chaleur suivants :



— M. P. Brenans a préparé quelques éthers-oxydes et éthers-sels du diiodophénol et du triiodophénol.
— M. H. Imbert en faisant réagir le chloranile sur

la pyridine, a obtenu la pyridylmonoxydichloroquinone. Avec la picoline- β , on obtient un dérivé analogue. Avec le bromanile, il se produit le composé dibromé correspondant. — M. A. Bongert, en faisant réagir l'hydrazine sur le butyrylacétate de méthyle dans des conditions variées, a obtenu dans un cas le propylméthylpyrazolcarbonate de méthyle, dans l'autre la propylpyrazolone. Avec l'iodure de méthyle, on obtient le méthylbutyrylacétate de méthyle, qui se combine avec la phénylhydrazine en donnant la propylméthylpyrazolone. — M. Chavanne a étudié les propriétés de l'acide isopyromucique et de ses sels métalliques. — M. L. Ferrand, en traitant l'orthoxyène par le chlore en présence d'iode, a obtenu les trois dérivés chlorés possibles dont il poursuit l'étude. — MM. R. Lépine et Bouldon ont constaté, dans le sang de gros chiens nourris exclusivement de viande, la présence de sucre réducteur lévogyre (lévulose), celle de pentoses, de maltose et quelquefois de saccharose.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Chauveau et Tissot ont observé qu'un chien, pourvu de leur appareil respiratoire, peut séjourner pendant une heure sans être indisposé dans un milieu contenant beaucoup d'acide sulfhydrique. La peau et les muqueuses extérieures ne constituent donc pas une voie d'introduction active pour l'hydrogène sulfuré. — MM. Denoyes, Martre et Rouvière ont étudié l'action des courants de haute fréquence sur la sécrétion urinaire. Ils ont constaté : 1^o une augmentation de la quantité de substance toxique éliminée dans les vingt-quatre heures et par kilo de poids vif; 2^o une diminution du nombre de molécules élaborées moyennes nécessaires pour tuer 1 kilo d'animal. — MM. A. Charrin et Guillemonat ont observé, au cours de la grossesse, une série de modifications humorales, en particulier un abaissement de l'alcalinité de certains plasmas et une hyperacidité de quelques autres. Ces changements, en favorisant la solubilisation des éléments minéraux, en particulier le fer, peuvent expliquer la genèse des anémies pernicieuses de la grossesse. — MM. Apostoli et Laquerrière ont constaté que les courants galvaniques constants peuvent détruire les microbes, ou atténuer leur vitalité et leur virulence proportionnellement à l'intensité de leur application. — MM. Cornil et G. Petit décrivent les lésions de la cirrhose atrophique du foie dans la distomatose des Bovidés. — M. C. Viguier indique les précautions à prendre dans l'étude de la parthénogenèse des Oursins. — MM. A. Laveran et F. Mesnil concluent, d'une étude comparative, que les *Trypanosoma* et les *Trichomonas* sont construits sur le même type, mais que les *Trichomonas*, au point de vue des appareils de relation, sont beaucoup plus compliqués que les *Trypanosomes*. Il est probable que, chez tous les Flagellés, les flagelles aboutissent à un système centrosomique; quant à la membrane ondulante, quand elle existe, elle apparaît comme une sorte de flagelle rattaché au corps sur une partie de sa longueur; ses relations avec le centrosome sont celles d'un flagelle ordinaire. — M. P. Lesage a reconnu que la germination des spores des *Penicillium glaucum* dépend moins de la quantité absolue de vapeur d'eau que de l'état hygrométrique de l'air. La limite inférieure de cet état hygrométrique est 0,82. — M. Ph. Glangeaud a observé la formation de nappes de glace, en été, sous les coulées de laves des volcans d'Auvergne. Cette formation paraît être due à l'évaporation énérgique de l'eau souterraine à travers la lave poreuse, évaporation qui produit un fort refroidissement.

Séance du 22 Juillet 1901.

M. le Président annonce le décès de M. H. de Lacaze-Duthiers, membre de la Section de Zoologie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan communique la suite de la liste des nébuleuses nouvelles qu'il a découverte à l'Observatoire de Paris. — M. L. Autonne indique les propriétés principales de l'hermitien et de l'hermitienne. — MM. Eug. et Fr. Cosserat poursuivent leur étude de l'application des fonctions potentielles à la théorie de l'élasticité. — M. E. Vallier continue ses études sur la loi des pressions dans les bouches à feu, et montre le moyen d'obtenir une approximation supérieure à celle qu'il a donnée précédemment.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Bouty recherche l'influence de la paroi sur le passage de l'électricité à travers les gaz. L'étude des perturbations amenées par la paroi établit que le phénomène critique est en lui-même tout à fait indépendant de la matière isolante qui emprisonne le gaz. Celle-ci n'agit qu'indirectement, en modifiant d'une manière plus ou moins irrégulière le champ qui règne au sein de la masse gazeuse. — M. G. Meslin indique comment il a pu obtenir par la photographie de franges rigoureusement achromatiques des réseaux dont la période est arbitraire. — M. H. Becquerel a observé le rayonnement de l'uranium aux très basses températures; il a constaté une diminution de la charge d'un électroscope par l'air ionisé par les rayons uraniques. Ce phénomène ne paraît pas attribuable à une diminution de la radioactivité de l'uranium quand ce métal est refroidi, mais plutôt à l'absorption des rayons très absorbables, actifs dans l'ionisation, par la couche d'air froid très dense qui avoisine le métal refroidi. — M. J. Semenow conclut, d'une étude sur les rayons X, que ceux-ci représentent les directions de transmission, par l'intermédiaire de l'éther, des vibrations électriques. Ces vibrations se communiquent à tous les corps qu'elles rencontrent sur leur passage. Lorsque ces corps sont chargés d'électricité et qu'ils sont protégés contre la décharge par convection, ils perdent leur charge par rayonnement. — M. Athanasiadis adresse une note relative à un instrument servant à mesurer l'intensité du courant électrique; c'est une modification de l'arcomètre électrique. — M. Jean Sterba a préparé l'oxyde de cérium pur par la méthode de MM. Wyruboff et Verneuil, en la rendant plus rapide par l'emploi de l'électrolyse comme agent d'oxydation. L'oxyde de cérium parfaitement pur peut être coloré d'une façon très sensible; mais, par l'élimination de l'azote, il devient blanc de neige. L'action de l'hydrogène sur l'oxyde de cérium donne une réduction incomplète avec formation de $Ce^{2}O_3$. — M. de Forcrand a fait l'étude thermique des hydrates de soude solides; il a constaté l'existence des hydrates $3NaOH + H_2O$, $NaOH + H_2O$ et $NaOH + 7H_2O$. Comme pour la potasse, les premières portions d'eau fixées sur $NaOH$ dégagent moins de chaleur que les suivantes. — M. A. Mailhe a fait réagir les hydrates de cuivre sur quelques chlorures et bromures; il a obtenu les sels mixtes suivants: $HgCl^2$, $3CuO$, H_2O ; $ZnCl^2$ Br^2 , $3CuO$, $4H_2O$; $MnCl^2$, $2CuO$, $6H_2O$; $CoCl^2$, $3CuO$, $4H_2O$; $NiCl^2$, $2CuO$, $6H_2O$; etc. — M. Jouniaux a étudié l'action de l'argent sur l'acide bromhydrique, et a obtenu des résultats parallèles à ceux qu'on observe dans l'action de Ag sur HCl . — M. C. Marie, en faisant réagir à chaud l'acétone sur l'acide hypophosphoreux, a obtenu un mélange de trois acides: $C^2H^5O^3P = PO^2H^2 + 2C^2H^5O$, monobasique; $C^3H^5O^3P = PO^2H^2 + C^2H^5O$, monobasique, fort; $C^3H^5O^3P = PO^2H^2 + C^2H^5O$, bibasique. — M. H. Imbert poursuit l'étude de l'action des bases pyridiques sur les benzoquinones tétrahalogénées. — M. R. Fosse montre que les éthers bromhydrique et chlorhydrique qu'on fait dériver du prétendu binaphtylène-glycol de Rousseau, sont en réalité les dérivés monobromé et monochloré du dinaphtoxanthène. — M. F. Bidet a étudié la réaction entre

le gaz ammoniac et les chlorhydrates de monoéthylamine et de diéthylamine. — M. André Kling a constaté qu'à de légères différences d'activité près la bactérie du sorbose et le *Mycoderma aceti* d'Orléans agissent de la même manière sur le propylglycol racémique, oxydant la fonction alcool secondaire de l'isomère gauche et le transformant en acétol. — M. M. Berthelot a déterminé l'acidité de quelques sécrétions animales: suc gastrique, salive, urine. — M. H. Mouton a réussi à extraire, d'une espèce d'Amibes très abondante dans la terre de jardin, une diatase qui doit servir, chez l'animal vivant, à la digestion intracellulaire des bactéries dont il a fait sa nourriture; elle se rapproche des ferments protéolytiques qui agissent en milieu alcalin, tels que la trypsine. — M. Balland a déterminé le rendement des farines en pain. Il y a d'autant plus d'eau dans le pain que la croûte est en moindre proportion; le rendement des farines en pain est donc étroitement lié au développement que prend la croûte au four.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. J. Tarchanoff donne le résumé d'une série d'expériences concernant l'influence de différentes conditions sur l'activité lumineuse des bacilles phosphorescents de la mer Baltique. — M. G. Weiss a constaté que, si une onde électrique, portée sur un nerf ou un muscle, est juste suffisante pour donner la réponse minima, une autre onde moins efficace, de sens inverse, n'ajoute rien, ni ne retranche rien à l'effet obtenu, qu'elle précède la première onde ou qu'elle la suive. — M. E. Drake del Castillo a étudié quelques espèces végétales nouvelles de Madagascar, les *Alauudia* et *Dalierca*. Au point de vue anatomique, elles ont de grandes analogies; on y observe, dans la moelle et dans l'écorce, des vaisseaux remplis d'une matière colorante d'un rouge brun, et paraissant remplir les fonctions de lactifères. — M. A. Guilhaumon a observé la sporulation des Schizosaccharomycètes. Chez le *Schiz. octosporus*, il existe une véritable conjugaison qui précède la formation de l'asque, lequel provient de deux cellules sœurs qui s'unissent et fusionnent leur noyau. Le *Schiz. Pombe* présente des phénomènes analogues. — M. F. Garrigou propose d'employer comme engrais les 3.600.000 hectolitres de vinasses et les 10.000.000 d'hectolitres de vins perdus par maladie qu'on jette en moyenne chaque année en France. Il suffirait de les abandonner à l'évaporation dans des fosses ou sur des aires planes et de répandre sur les terrains le concentré qui renferme des quantités appréciables de substances minérales et organiques.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Juillet 1901.

M. H. Hallopeau présente un Rapport sur un travail de M. Dezautière, intitulé: Une épidémie de pelade. Il résume, à cette occasion, tous les arguments qu'on a invoqués en faveur de la transmissibilité de la pelade et les objections qu'on a opposées à cette manière de voir. Il conclut que la pelade ne se transmet que dans certaines conditions, dont la principale paraît être un contact intime entre la plaque contaminée ou ses produits de desquamation et les régions pilaires de l'individu infecté. En dehors de ces contacts intimes, la transmission ne se fait pas. — M. A. Pinard fait un Rapport sur la question de la prophylaxie des ophthalmies ou conjonctivites des nouveau-nés. Il n'y a pas une ophthalmie, mais des ophthalmies purulentes des nouveau-nés, toutes d'origine infectieuse et de nature contagieuse; causées le plus souvent par le gonocoque, elles peuvent naître sous l'influence d'autres agents microbiens. L'emploi des différentes méthodes d'antisepsie, visant à obtenir l'asepsie de l'appareil génital maternel avant l'accouchement, et de l'appareil oculaire de l'enfant au moment de la naissance et dans les trois semaines qui la suivent, a fait diminuer le nombre des ophthalmies purulentes des nouveau-nés dans des proportions considérables, quel que soit l'agent médica-

menteux employé (jus de citron, acide citrique, permanganate de potasse, alcool, etc.). — M. Du Castel présente le Rapport sur le Prix Buisson en 1901. — MM. Lancereaux et Paulesco communiquent de nouveaux cas montrant que les injections de sérum gélatiné constituent à l'heure actuelle la seule méthode de traitement inoffensive et capable d'amener la guérison des anévrismes vrais de l'aorte, non justiciables d'un traitement chirurgical. — M. Roustan lit un travail intitulé : Epidémie de grippe à forme abdominale observée à Cannes et dans ses environs.

Séance du 23 Juillet 1901.

M. Chauvel présente un Rapport sur un travail de M. Chavasse relatif à un cas de kyste dermoïde à contenu huileux de l'angle interne de l'orbite gauche. Le contenu du kyste était composé de $\frac{1}{4}$ % d'oléine et 36 % de palméline. La paroi kystique offrait la structure de la paroi normale. — M. F. Raymond fait un Rapport sur un Mémoire de M. Boinet relatant trois cas d'hémichorée préparalytique. L'un d'eux montre les relations de l'hémichorée avec l'hémiathétose, un autre les relations de l'hémichorée et de la démente paralytique. — M. H. de Brun a constaté que l'existence de vibrations abdominales chez un sujet qui parle indique l'apparition d'un épanchement liquide dans la cavité péritonéale. — M. Ant. Poncet signale trois observations nouvelles d'accidents articulaires d'origine tuberculeuse. Il propose de grouper ces affections sous le nom de rhumatisme tuberculeux ou pseudo-rhumatisme d'origine bacillaire. — M. R. Blanchard a étudié les lésions du foie déterminées chez le bœuf et chez l'homme par la présence des Douves. Elles provoquent l'obstruction des canaux biliaires et l'arrêt de la bile. — M. Galippe lit une note sur l'hérédité des stigmates dystrophiques maxillo-dentaires.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Juillet 1901 (suite).

M. A. Cotton a poursuivi les expériences sur l'obtention de réseaux par la photographie de franges d'interférences dont il a déjà entretenu la Société le 16 Avril. Les réseaux qu'il présente aujourd'hui ont été obtenus en photographiant des ondes stationnaires, c'est-à-dire en faisant interférer une onde directe et une onde réfléchie, comme dans les expériences de Wiener et de Lippmann. I. Lorsqu'un faisceau parallèle et monochromatique se réfléchit sur un miroir plan, la partie commune à ce faisceau et au faisceau réfléchi est traversée par des surfaces d'interférences fixes, qui forment une série de plans équidistants parallèles au miroir. Si, à l'exemple de Wiener, on dispose une couche sensible très mince, dont la surface plane est oblique par rapport au miroir, on photographie sur cette surface une série de franges rectilignes et équidistantes, d'autant plus serrées que l'angle de la surface sensible et du miroir est plus grand. Or, on peut augmenter cet angle et photographier un grand nombre de franges serrées si l'on prend certaines précautions que la théorie indique sans difficulté; cette théorie est la même que dans le cas général de l'interférence de deux faisceaux parallèles. La radiation monochromatique est toujours fournie par la raie indigo de l'arc au mercure. La lumière de cet arc, filtrée par des absorbants convenables, éclaire la fente d'un collimateur : cette fente doit être d'autant plus étroite et plus courte que l'on veut photographier des franges plus éloignées du miroir. La surface argentée de ce miroir a été disposée d'avance, par autocollimation, normalement au faisceau : c'est, en effet, l'orientation qui fournit les ondes stationnaires d'ordre donné les plus nettes pour une ouverture donnée de la fente du collimateur.

(Ces ondes sont alors distantes de $\frac{\lambda}{2}$.) On dispose alors la glace sur laquelle doivent se fixer les franges : la

surface sensibilisée repose à l'une de ses extrémités sur le miroir et en est séparée à l'autre extrémité par une cale de verre dont l'épaisseur varie suivant le nombre de franges que l'on veut photographier. II. Le procédé photographique employé dérive du daguer-réotype. Une couche d'argent très mince (couleur bleu clair par transmission) est déposée sur la glace ; on la traite par les vapeurs d'iode et de brome jusqu'à ce qu'il se soit formé, à la surface de l'argent devenu plus mince encore, une couche d'épaisseur convenable d'iode et de bromure d'argent. Après la pose, la plaque est révélée à la vapeur de mercure qui se dépose en buée très fine aux endroits où la lumière a agi. Dans le cas actuel, ce développement fait apparaître un réseau, sans qu'il soit nécessaire de plonger dans un liquide la plaque, qu'il n'est pas nécessaire de fixer. III. M. Cotton présente à la Société un de ces réseaux dont la surface rayée a environ 5 centimètres de largeur. Comme il y a environ 90 traits au millimètre, le réseau porte en tout plus de 4.000 traits. La cale employée avait près d'un millimètre d'épaisseur. Les spectres, surtout nets par réflexion, sont assez purs pour qu'on puisse dédoubler la raie jaune du mercure. Cependant, les glaces utilisées étaient simplement des glaces du commerce, et l'on ne peut espérer obtenir le pouvoir séparateur théorique qu'avec des glaces travaillées spécialement et contrôlées au préalable. Une propriété géométrique curieuse de ces réseaux se justifie sans peine : Considérons une onde plane qui occupe par rapport au réseau la place du miroir qui a servi à l'obtenir : le réseau pour cette onde, et pour la radiation qui avait servi, est au minimum de déviation, c'est-à-dire que, fonctionnant sous cette incidence comme réseau par réflexion, il renvoie dans la direction des rayons incidents les rayons de cette couleur particulière. Cette propriété est indépendante de l'angle des plans : on pourrait donc, pour obtenir le réseau, utiliser une surface formée de plusieurs morceaux accolés (ou même une surface courbe, pourvu que les ondes soient planes à la sortie). La photographie une fois faite, toute la surface de ce réseau en mosaïque renverrait dans la direction du faisceau parallèle incident, arrivant sous cette incidence privilégiée, la radiation qui a servi à fixer les franges. Les spectres diffractés du premier ordre ont beaucoup plus d'éclat que les autres, ce qui tient à la continuité du tracé (voir la communication du 16 avril). L'épaisseur de la couche du sel d'argent n'est pas indifférente à ce point de vue : on lui a donné une épaisseur telle que la lame mince qu'elle forme sur le reste d'argent non attaqué ne réfléchisse pas sensiblement la radiation bleue servant à faire la photographie. Dans ces conditions, les réflexions successives n'interviennent plus, et en outre la plaque est plus sensible. Avec une autre épaisseur donnée à la couche, on pourrait favoriser, au contraire, les réflexions successives, changer la distribution de la lumière dans les franges, et donner au réseau obtenu des propriétés qui se rapprocheraient davantage de celles des réseaux à traits discontinus. IV. Un daguer-réotype, fait sur un support d'argent mince, fonctionne comme un négatif par transparence et peut servir à obtenir des copies, sur papier par exemple. Dans le cas des réseaux, il était tout naturel d'employer pour ces copies le procédé de la gélatine bichromatée, suivant la technique de M. Izarn. Il fournit, en effet, sans difficulté, des copies qui donnent, par transmission surtout, des spectres plus brillants que ceux fournis par l'original, ce qu'il est facile de comprendre. Ce procédé à la gélatine bichromatée, si commode pour les copies, ne s'est pas montré assez sensible pour qu'on pût l'utiliser pour fixer directement les franges très serrées constituant le réseau, en appliquant le procédé décrit par M. Izarn (*C. R.*, 1894). Ce procédé est très commode quand on dispose d'un faisceau intense, comme cela est possible lorsqu'on ne veut pas un très grand nombre de franges. V. M. Cotton présente encore à la Société un objectif à diffraction

obtenu encore par photographie. C'est M. Cornu qui a indiqué le premier que la photographie des franges d'interférence pouvait servir à faire des réseaux. M. Cornu avait prévu et vérifié qu'en photographiant des franges suivant les lois des anneaux de Newton, on obtenait facilement un réseau ayant les propriétés focales des écrans de Fresnel et des réseaux de Soret. Il était intéressant de vérifier que les ondes stationnaires fournissent ici encore un moyen d'obtenir ce résultat sans objectif. Il a suffi, en effet, de remplacer le miroir plan postérieur par un miroir sphérique. Celui-ci, préparé en argentant la surface convexe d'une lentille, avait près de 0^m,50 de rayon de courbure. Le réseau obtenu par ce procédé, qui a encore une surface rayée de 5 centimètres de diamètre, montre des anneaux visibles à l'œil nu au centre du champ, et qui vont en se resserrant régulièrement jusqu'au bord, où il y en a environ 200 au millimètre. On fixe ainsi d'un seul coup plus de 2.000 franges circulaires : c'est beaucoup plus que dans les appareils analogues antérieurement construits, et que Soret, Wood, etc., avaient obtenus en photographiant des dessins. Aussi les foyers obtenus par transmission ou par réflexion sont-ils très distincts. Ici encore, les copies à la gélatine bichromatée donnent des images spectrales plus brillantes que l'original. VI. M. Cotton termine en faisant remarquer que les conditions expérimentales dans lesquelles il s'est placé (expérience I) sont exactement celles que l'on suppose quand on fait la *théorie* des expériences de Wiener et de Lippmann. Or, il est intéressant de noter que ces conditions n'étaient pas exactement remplies dans ces expériences mêmes, telles qu'elles ont été faites. Wiener en particulier, pour obtenir les clichés qui ont servi à ses mesures, n'utilisait pas un faisceau *parallèle* et monochromatique, mais bien un faisceau *convergent*. M. Cotton reviendra sur ce point lorsqu'il aura pu faire des expériences avec les couches sensibles transparentes comme en préparait M. Wiener, et avec l'émulsion *sans grain* que M. Lippmann emploie pour la photographie des couleurs.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

F.-W. Mott et W.-D. Halliburton : La chimie de la dégénération nerveuse. — Nous avons démontré auparavant que, dans la maladie de la paralysie gène-

vail, et avons découvert que ce caractère n'est pas particulier à la maladie ci-dessus mentionnée; mais que, dans plusieurs autres maladies nerveuses dégénératives (sclérose combinée, sclérose disséminée, névrite alcoolique, béri-béri), on trouve aussi de la choline dans le sang.

Nous avons fait surtout deux essais pour découvrir la choline : 1° un essai chimique, c'est-à-dire l'obtention de cristaux octaédriques caractéristiques du sel double de platine obtenu de l'extrait alcoolique du sang; 2° un essai physiologique, c'est-à-dire l'abaissement de la pression sanguine (en partie d'origine cardiaque, en partie dû à la dilatation des vaisseaux périphériques) que produit une solution saline du résidu de l'extrait alcoolique; cette chute est abolie, ou même remplacée par une élévation de la pression artérielle, si l'animal a été atropinisé. Il est possible que ces essais aient une valeur diagnostique pour la distinction entre les maladies organiques et fonctionnelles du système nerveux. On peut obtenir facilement l'essai chimique avec 10 centimètres cubes de sang.

Un effet semblable a été produit artificiellement sur les chats par la division des deux nerfs sciatiques, et il a été le plus marqué parmi les animaux chez lesquels le processus dégénératif est à son plus haut point, comme on le prouve histologiquement par la réaction de Marchi. On a également fait une analyse chimique des nerfs eux-mêmes. On a pris une série de 18 chats, on a divisé les deux nerfs sciatiques et tué les animaux postérieurement, à des intervalles variant de 1 à 106 jours. Les nerfs sont restés normaux tant qu'ils ont été irritables, c'est-à-dire jusqu'à trois jours après l'opération. A partir de ce moment, on a remarqué une augmentation progressive dans le pourcentage d'eau et une diminution progressive dans le pourcentage de phosphore, jusqu'à dégénérescence complète. Quand la régénération a lieu, les nerfs reviennent approximativement à leur condition chimique première. L'explication chimique de la réaction de Marchi paraît être le remplacement de la graisse phosphorée par de la graisse non phosphorée. Quand la réaction de Marchi disparaît dans le dernier état de dégénérescence, la graisse non phosphorée a été absorbée. Cette absorption a lieu plutôt dans les nerfs de la périphérie que dans les nerfs du système nerveux central.

Ceci confirme les observations précédentes faites par

TABLEAU I. — Résumé des expériences sur la dégénération des nerfs.

JOURS après la sec- tion	NERFS SCIATIQUES DES CHATS			ÉTAT DU SANG	ÉTAT DES NERFS
	Eau	Solides	Phosphore dans les solides en %		
Normal	65,1	34,9	4,1	Présence de traces minimes de choline.	Nerfs irritables et sains histologiquement.
1—3	64,5	35,5	0,9		
4—6	69,3	30,7	0,9	Plus grande abondance de choline.	Perte de l'irritabilité; commencement de dégénérescence.
8	68,2	31,8	0,5		
10	70,7	29,3	0,3	Choline abondante.	Dégénérescence bien montrée par la réac- tion de Marchi.
13	71,3	28,7	0,2		
25—27	72,1	27,9	Traces	Choline moindre.	La réaction de Marchi est toujours visible, mais l'absorption de la graisse dégénérée a commencé.
29	72,5	27,5			
44	72,6	27,4	0,0	Disparition presque totale de choline.	Absorption de la graisse presque complète; retour des fonctions: nerfs régénérés.
100—106	62,2	33,8	0,9		

rale des aliénés, la dégénération marquée qui a lieu dans le cerveau est accompagnée par le passage des produits de dégénération dans le liquide cérébro-spinal. Parmi ceux-ci, on découvre le plus rapidement le nucléo-protéide et la choline. La choline se trouve également dans le sang. Nous avons continué notre tra-

l'un de nous (Mott) sur le cordon spinal, dans lequel la dégénérescence unilatérale du faisceau pyramidal par des lésions cérébrales a produit une augmentation d'eau et une diminution de phosphore dans le côté dégénéré du cordon qui se colore par la réaction de Marchi.

Le Mémoire entier est illustré par des dessins repré-

sentant les effets, sur la pression artérielle, de la choline séparée du sang dans les cas de maladies nerveuses ci-dessus mentionnées, et du sang des chats sur lesquels on a opéré.

On donne aussi des tableaux des analyses des nerfs, des dessins et des photo-micrographies des spécimens histologiques des nerfs.

Le tableau I (page 775) représente le résumé des résultats principaux des expériences faites sur les animaux.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 28 Juin 1901.

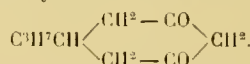
M. S.-A.-F. White a recherché si l'action de la lumière sur une résistance de sélénium peut être imitée par l'emploi des oscillations électriques à haute fréquence. Il a trouvé que ces oscillations augmentent toujours la résistance du sélénium. L'effet du champ sur une pièce à haute résistance peut être renversé par l'exposition à la lumière ou par un réchauffement et un refroidissement successifs. Pour le tellurium, un champ de haute fréquence diminue temporairement la résistance, comme le ferait une élévation de température. Un chauffage et un refroidissement répétés d'un morceau de tellure augmentent sa résistance. Il semble probable que tous les effets sont dus à un échauffement causé par de petites étincelles jaillissant dans la masse. L'augmentation de résistance par le chauffage et le refroidissement répétés est peut-être due à la formation de tellures avec le métal des électrodes. L'effet négatif de température considérable que présente le tellure le fera utilement employer à la recherche des radiations calorifiques. — MM. E.-C.-C. Baly et H.-W. Syers ont obtenu le spectre du cyanogène en forçant le gaz pur à traverser un tube à vide et en observant de l'extrémité du tube. Cela est nécessaire à cause du dépôt brun de paracyanogène qui se forme et rend impossible l'observation à la manière ordinaire. Le spectre obtenu diffère du spectre de flamme et consiste en une série de cannelures équidistantes à travers le rouge et le jaune, — rappelant un peu celles du spectre de bandes positif de l'azote. Ces expériences prouvent que : 1° le spectre de Swan n'est pas produit par un composé de carbone ne contenant pas d'oxygène; 2° le spectre de Swan est celui de l'oxyde de carbone, car il se change dans celui de l'anhydride carbonique par admission d'oxygène ou décharge électrique intense.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

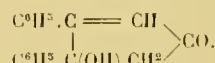
Séance du 20 Juin 1901 (suite).

MM. M. O. Forster et W. Robertson ont reconnu que l'huile qui se produit dans la transformation du 1 : 1-bromonitrocamphane en son anhydride est du bromo-*p*-cymène ($C_{10}H_{17}Br$ = 1 : 2 : 4). De même, dans la préparation de l'anhydride du 1 : 1-chloronitrocamphane, il se forme accessoirement du chloro-*p*-cymène. — M. G. Martin expose une théorie de la combinaison chimique. L'action chimique n'a lieu d'elle-même que lorsque le degré de variation de la tension de l'éther produit par une molécule à l'approche et au recul des molécules voisines est tel qu'il coïncide avec le degré de vibration interne d'un atome ou d'une molécule. — MM. T. E. Thorpe et J. Holmes ont trouvé, dans l'extrait des feuilles de tabac par l'éther de pétrole, deux paraffines, l'hentriacontane, $C_{31}H_{64}$, et l'heptacosane, $C^{27}H^{56}$. Les auteurs pensent que la substance blanche satinée trouvée par Kissling dans le tabac de Kentucky, ainsi que la substance analogue trouvée par lui dans la fumée de tabac, sont un mélange de ces deux hydrocarbures. — M. H. E. Burgess a retiré deux nouvelles substances de l'huile de citron; l'une, soluble dans le métabisulfite de soude, est un aldéhyde, donnant par oxydation un acide huileux; l'autre, soluble dans l'acétone, est cristallisable et fond à 45°. Elle est oxydée en acide oxalique et anhydride carbonique. — M. A. W. Crossley a obtenu, par condensation de

l'isobutylidénacétone avec le malonate d'éthyle, le 2 : 6-dicéto-4-isopropylhexaméthylène-3 carboxylate d'éthyle, qui est transformé par la potasse en 2 : 6-dicéto-4-isopropylhexaméthylène :



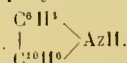
Il est hydrolysé à son tour par la baryte en acide β -isopropyl- γ -acétylbutyrique. — MM. J. T. Hewitt et J. N. Tervet ont bromé les trois toluène-azophénols en solution acétique glaciale et ont obtenu dans les trois cas les toluène-azodibromophénols. — MM. F. R. Japp et A. J. Michie ont reconnu que, dans la réduction de l' α - γ -dibenzoylpropane par le sodium, il se produit un mélange de 1 : 2-diphényl-1 : 2-dihydrocyclopentane et de α -diphényl- α -dihydrocyclopentane. Dans la réduction du dibenzoyldiphénylbutadiène par HI, il se forme du 2 : 3 : 5-triphénylfurfurane et de l'acétophénone. — MM. F. R. Japp et N. Meldrum ont trouvé que, sous l'influence de la potasse, le benzyle se condense avec les homologues de l'acétone pour donner des homologues de l'anhydracétone-benzyle (diphénylcyclopenténolone) :



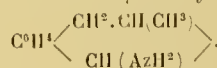
Les auteurs ont préparé plusieurs de ces dérivés. Ils sont réduits par HI en diphénylcyclopenténone (I), qui se réduit à leur tour en dérivés du diphénylcyclopentane (II).



— MM. F. R. Japp et W. Maitland, en chauffant le β -naphтол avec le chlorhydrate de phénylhydrazine, ont obtenu le phényl- β naphтыlcarbazol :



L' α -naphтол donne une réaction analogue. — MM. H. M. Dawson et J. Mac Crae ont constaté que si l'on ajoute de l'ammoniaque à des solutions aqueuses de sels alcalino-terreux, les ions calcium sont ceux qui forment le plus facilement, quoique à un faible degré, des ions complexes avec l'ammoniaque, tandis que les ions barium les forment le plus difficilement. D'autre part, le sulfate de cuivre fixe plus d'ammoniaque à basse qu'à haute température. — M. G. H. Morris a constaté que, si des granules d'amidon non gélatinisés sont soumis à l'action combinée de la diastase du malt et de la levure, une quantité trois fois plus grande est décomposée que par l'extrait de malt seul. Il n'y a pas d'augmentation du pouvoir de la diastase en présence de la levure, si le pouvoir fermentatif de cette dernière a été supprimé par le chloroforme. — M. C. A. Bell décrit une pipette à mercure simple et pratique pour les opérations de calibrage. — M. F. S. Kipping a préparé la β -méthylhydrindone par l'action du chlorure d'aluminium sur le chlorure de l'acide α -méthylhydrocinnamique. Elle donne une oxime qui, par réduction, fournit l' α -amido- β -méthylhydrindène :



Ce corps contenant deux atomes de carbone asymétriques doit théoriquement exister sous quatre formes optiques différentes, et donner avec les acides optiquement inactifs deux séries de sels. Il fournit, en effet, avec HCl deux chlorhydrates, séparables par cristallisation fractionnée, et qui sont probablement les sels des deux bases extérieurement compensées.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Le Professeur Tait. — Le monde savant vient de perdre l'un des esprits les plus originaux parmi ceux qui ont le mieux contribué aux progrès des Sciences physiques et de la Philosophie naturelle : le Professeur Tait, qui, par suite de l'affaiblissement de sa santé, avait dû, il y a quelques mois, abandonner la chaire de l'Université d'Edimbourg qu'il avait occupée sans interruption durant une quarantaine d'années, et autour de laquelle plus de 10.000 élèves étaient venus, pendant ce temps, entendre ses leçons solides et brillantes, s'est éteint doucement le 4 juillet dernier.

L'histoire de sa vie est des plus simples : Il naquit à Dalkeith, le 28 avril 1831; il fit de brillantes études à Dalkeith d'abord, à Edimbourg et à Cambridge ensuite; ses succès scolaires et ses triomphes dans les exercices physiques ne sont pas oubliés à l'Université de Cambridge. Il fut nommé professeur au Collège royal de Belfast en 1854, et il obtint en 1860 la chaire de Physique d'Edimbourg, contre un compétiteur qui était déjà l'un de ses meilleurs camarades de jeunesse et qui devint son plus intime ami, l'illustre Clerk Maxwell; il a d'ailleurs consacré à la vie et à l'œuvre de son ami une notice émue et pleine d'aperçus scientifiques remarquables.

Une telle amitié exerça sur la vie intellectuelle de Tait la plus profonde et la plus heureuse influence, et l'on peut penser que, pareillement, Maxwell, dont le génie, plus profond peut-être que celui de son ami, se serait sans doute développé même dans l'isolement, a cependant, lui aussi, beaucoup gagné dans le commerce d'un esprit aussi original et aussi hardi que celui de Tait. Aussi bien, la correspondance échangée entre ces deux grands physiciens est pieusement conservée; elle sera intégralement publiée quelque jour et elle nous fournira certainement de précieux renseignements.

Au début de sa carrière, Tait rencontra aussi deux hommes qui furent ses collègues à Belfast, et dont on retrouve aisément l'influence dans quelques-uns de ses travaux. D'une part, il se lia avec le physicien et chimiste Andrews; ils collaborèrent, dès 1856, à des recherches sur l'ozone; Andrews lui donna le goût de l'expérience claire et précise et l'influa à ses admirables

découvertes relatives à la continuité des états liquide et gazeux. Tait s'intéressa d'ailleurs toujours d'une façon spéciale à ces questions si importantes, et c'est ainsi qu'il suivait avec le plus grand soin les travaux de notre compatriote M. Amagat, pour qui il professait une estime toute particulière. Le mathématicien Hamilton, l'inventeur de la théorie des quaternions, fut, d'autre part, celui des professeurs de Belfast qui séduisit le plus l'esprit de Tait par son originalité; il fut très frappé par l'élégance et la commodité des symboles imaginés par son collègue; il se considéra comme le champion de la nouvelle théorie et fit, dans ses travaux personnels, grand usage des quaternions; il a publié, en 1867, un *Traité des Quaternions*, qui a rendu d'incalculables services. Peut-être doit-on estimer, avec de bons esprits, que Tait attribuait une importance exagérée à un mode de représentation que son intelligence parfois un peu paradoxale voulait rattacher à des idées philosophiques et à des principes contestables, mais l'on ne saurait nier qu'à un moment où la notion de grandeur dirigée prenait, en divers chapitres de la Physique, une importance capitale, les nouveaux procédés pouvaient servir à simplifier considérablement les calculs.

L'œuvre qui contribua le plus à rendre le nom de Tait véritablement célèbre est, sans aucun doute, le traité de *Philosophie naturelle* qu'il publia en 1867, en collaboration avec Thomson (Lord Kelvin). Cet ouvrage, qui a eu de nombreuses éditions, et qui a été traduit dans toutes les langues, est devenu rapidement populaire en Angleterre sous le nom humoristique de *Traité de T et T'*; son influence fut immense sur le développement et la transformation de la Physique mathématique. Pour la première fois, les idées qui résultaient des travaux de Joule, d'Helmholtz, de Rankine et de Thomson lui-même étaient exposées d'une façon générale; la notion d'énergie et le principe de la conservation de l'énergie apparaissaient avec toutes leurs conséquences et retentissaient profondément dans les divers chapitres de la Physique et de la Mécanique. Il est difficile de déterminer la part personnelle qui revient à chacun des deux collaborateurs dans cette œuvre désormais classique, mais la reconnaissance de tous les savants est à jamais acquise à tous les deux.

On ne saurait songer à parler ici de tous les Mémoires publiés par Tait; son activité scientifique fut considérable; il fut un mathématicien distingué, et il a publié des travaux relatifs aux Mathématiques pures, comme ses recherches relatives au « *Théorème de Green* » (1870), aux « *Surfaces isothermes orthogonales* » (1870), à la « *Géométrie de position* » (1880); à la Mécanique, comme son mémoire « *Sur la rotation d'un corps rigide autour d'un point fixe* » (1868), qui est un véritable modèle de simplicité et d'élégance; il fut aussi un expérimentateur habile, et il a exécuté des recherches minutieuses et adroites, comme ses expériences bien connues sur la *conductibilité thermique et électrique*, sur la *compressibilité des gaz et des liquides*, les *densités des vapeurs saturantes*, etc...; mais son goût particulier le portait surtout vers les études de Physique mathématique, et son *Traité de Dynamique*, ses mémoires sur les *tourbillons*, sur la *surface d'onde*, sur la *théorie cinétique des gaz* prouvent les heureux résultats que sait obtenir l'étroite alliance des mathématiques et des connaissances expérimentales exactes. On ne doit pas non plus oublier quelques articles remarquables de vulgarisation; il excellait dans ce genre où tant de savants anglais furent des maîtres; ses notices sur les *propriétés de la matière*, sur la *lumière*, sur la *chaleur* (1884), sur les *récents progrès de la Physique* (1876), sont dignes de figurer parmi les chefs-d'œuvre du genre.

L'œuvre de Tait ne périra pas; le physicien d'Edimbourg sera toujours compté au nombre de ces merveilleux ouvriers qui ont construit le plus bel édifice scientifique que nous a laissé la seconde moitié du XIX^e siècle: la théorie de l'énergie, et son nom sera cité dans l'avenir, à côté de celui de son illustre collaborateur, Lord Kelvin, dont la verte vieillesse nous promet d'ailleurs encore tant de fruits magnifiques.

Lucien Poincaré,

Recteur de l'Académie de Chambéry.

Adolf Erik Nordenskiöld. — Le doyen des explorateurs des régions polaires, le baron Adolf Erik Nordenskiöld, intendant des Collections minéralogiques du Musée d'histoire naturelle de Stockholm, associé étranger de l'Institut de France, est mort le 12 août 1901.

Il était né à Helsingfors le 18 novembre 1832. Son père, Nils Gustave Nordenskiöld, fut un minéralogiste distingué, passionné pour sa science, n'hésitant pas à accomplir de longs voyages pour augmenter ses collections, et dont l'exemple et les conseils eurent une influence marquée sur la direction de la vie de son fils.

Nordenskiöld étudiait l'histoire naturelle, principalement la Minéralogie et la Géologie, à l'Université d'Helsingfors; déjà il avait acquis une certaine habileté dans la classification des minéraux et paraissait un successeur désigné à son père, quand, en 1855, ses opinions libérales, opinions auxquelles, d'ailleurs, il resta fidèle toute sa vie, le firent regarder comme suspect par les autorités russes. Il vit aisément qu'il lui serait impossible de faire sa carrière en Finlande, si bien qu'en 1858 la place de professeur et d'intendant du Musée minéralogique de Stockholm lui ayant été offerte, il l'accepta. Il vécut désormais en Suède, nonobstant quelques retours passagers en Finlande.

Malgré ces prémisses, la notoriété, puis la célébrité devaient arriver à Nordenskiöld, non par la Minéralogie, mais par l'exploration. En cette même année 1858, il entreprit la première de ses croisières dans les régions arctiques, qu'il devait couronner en 1878-79 par la découverte du passage du Nord-Est, si obstinément et si infructueusement cherché par les marins des siècles passés.

Il s'intéressa d'abord très longtemps à l'archipel du Spitzberg. Il y était allé en 1858; il y retourna en 1860-61, en 1864, en 1868 et en 1872-73. Grâce à ces voyages successifs, méthodiquement conduits, Nordenskiöld réussit à opérer un relevé complet de ces terres, profondément échanrées par les fjords. La plus haute

latitude qu'il atteignit fut celle de 81°42', en 1868. Comme il avait toujours soin d'emmener avec lui un ou plusieurs naturalistes, il contribua beaucoup à accroître les connaissances relatives à la faune et à la flore des contrées polaires. Généralement, la campagne se développait pendant l'été et l'automne. Cependant, en 1872-73, Nordenskiöld hiverna et ce fut en traîneau qu'il gagna la partie nord-est du Spitzberg.

Entre ces voyages, s'en était intercalé, en 1870, un autre au Groenland, en vue d'étudier l'usage que l'on pourrait faire des chiens comme animaux de trait pendant la future expédition au Spitzberg. Mais Nordenskiöld était l'un de ces fortunés qui éclairaient tout ce qu'ils touchent: il était parti pour le Groenland dans le rôle utile, mais modeste, d'un acquéreur de chiens; il en revint avec une quantité d'observations nouvelles sur l'*Inlandsis*, ce glacier sans fin qui couvre tout le pays.

A partir de 1875, l'Océan glacial sibérien devint l'objet particulier de son attention. Sur un navire à voile, le *Pröven*, il atteignit l'embouchure de l'Énisséi, et l'année suivante, 1876, il refit le même voyage à bord du vapeur l'*Ymer*. Or, ces deux expéditions présentent un grand intérêt, non seulement parce que la découverte des îles Sibiriakov et une connaissance exacte de l'estuaire de l'Énisséi en résultèrent, mais encore parce qu'elle constituent le prélude de la grande croisière accomplie en 1878-79.

C'est, en effet, à ce moment que se présenta à l'esprit de Nordenskiöld l'hypothèse dont le célèbre voyage démontra la justesse, et qui peut se formuler ainsi: A la fin de l'été, les masses d'eau des puissants fleuves sibériens, Obi, Énisséi, Khatanga, Olenek, Lena, Kolyma, échauffées par la chaleur estivale, doivent, à mesure qu'elles se déversent dans l'Océan Arctique, fondre les masses de glace sur leur passage et ménager ainsi, le long de la côte septentrionale de l'Asie, un chenal de mer libre, par où un navire parti du cap Nord doit vraisemblablement pouvoir atteindre le détroit de Behring.

Cette hypothèse reposait d'une part sur les propres observations faites par Nordenskiöld dans la mer de Kara pendant les étés 1875 et 1876, et d'une autre sur une critique très fine des rares renseignements extraits des relations des voyageurs, notamment Minin, Proutchichev, Laptev, Tchelioukine, qui, de 1734 à 1743, se hasardèrent, soit en bateau, soit en traîneau, dans les parages les plus septentrionaux de la Sibérie.

Le plan d'expédition, dont aujourd'hui encore la lecture procure un vif plaisir intellectuel, tant les arguments y sont logiquement déduits, convainquit ceux à qui il s'adressait. Non seulement les Mécènes ordinaires de Nordenskiöld, Oskar Dickson, Alexandre Sibiriakov, dont la libéralité avait défrayé ses précédents voyages, mirent de nouveaux et larges crédits à sa disposition, mais le roi Oscar voulut contribuer personnellement à l'expédition. De son côté, le Gouvernement suédois consentit à payer les frais d'armement d'un navire spécialement aménagé et de la solde de l'équipage pendant la campagne.

Le 4 juillet 1878, la *Véga*, capitaine Palander, l'ancien chef de l'expédition suédoise de 1872-73 au Spitzberg, montée par tout un état-major scientifique dirigé par Nordenskiöld, quitta Göteborg. Comme elle est accompagnée de deux vapeurs, la *Léna* et le *Fraser*, et d'un voilier, l'*Express*, c'est toute une escadrille qui, le 1^{er} août 1878, pénètre dans la mer de Kara par le détroit d'Yougor. Le 6 août, Port-Dickson est atteint à l'embouchure de l'Énisséi, point auquel le *Fraser* et l'*Express* se séparèrent de leurs compagnons pour pénétrer dans le grand fleuve sibérien. Le 14 août, la *Véga* et la *Léna* arrivent, après avoir traversé d'épais brouillards, à l'île Taymyr, et le 19 devant l'extrémité septentrionale de l'Asie, le cap Tchelioukine. On reconnut qu'il était situé par 77° 36' 49" lat. N. et par 130° 17' 12" long. E. Greenwich, et qu'il se composait bien de deux pointes séparées par un golfe; ainsi était

démontrée l'exactitude, souvent mise en doute, des assertions du vieux voyageur russe, qui, en mai 1742, avait, dans son traîneau, atteint le cap qui porte son nom. Le 27 août, la *Léna* et la *Véga* atteignaient, non sans que les glaces ne leur eussent opposé quelques difficultés, l'embouchure de la Léna, où elles se séparèrent, la première pénétrant dans le fleuve, la *Véga* continuant sa route vers l'archipel de la Nouvelle-Sibérie et les îles des Ours. Tout allait bien, et faisait présager pour octobre une heureuse arrivée au Japon, quand, à la fin de septembre, la *Véga* se trouva, contre toute attente, emprisonnée dans les glaces à une petite distance du détroit de Behring. Le 27 septembre 1878, elle naviguait à l'ouest du cap Serdze-Kamen; elle avait traversé de la glace nouvellement formée, mais nulle part assez forte pour s'opposer à sa marche; le soir, à bord, on croyait déjà atteindre l'Océan Pacifique. Mais, le 28, la *Véga* se trouva enfermée dans des glaces flottantes, soudées entre elles par de la glace nouvelle. Nordenskiöld, sachant que des balemiers avaient maintes fois navigué dans ces parages jusqu'à la mi-octobre, ne s'alarma pas, tout d'abord, de ce contretemps. Mais les jours se passèrent sans amener de changement, si bien que l'expédition dut se résigner à un hivernage, qui ne prit fin que le 18 juillet 1879, et dura par conséquent 294 jours.

Ainsi Nordenskiöld venait d'accomplir ce que les marins des peuples du nord, Hollandais, Anglais, Russes avait vainement tenté : le passage de l'Océan Atlantique à l'Océan Pacifique par l'Océan Sibérien. Ce grand résultat n'était pas le seul de l'expédition suédoise de 1878-79. La topographie de la côte sibérienne était précisée en plusieurs points, et particulièrement depuis Port-Dickson jusqu'à la baie de la Khatenga; la profondeur de l'Océan Glacial était relevée, grâce à de nombreux sondages; l'un des membres de l'expédition, Almquist, avait composé un Mémoire sur la flore des algues de la mer Glaciale et sur la végétation des côtes septentrionales de la Sibérie; l'ethnographie des Tchoutches, les habitants de cette extrême pointe nord-est de l'Asie, avait été étudiée.

Nordenskiöld espérait même que son exploration aurait des résultats économiques. Dans un Mémoire « Sur la possibilité de la navigation commerciale dans la mer Glaciale de Sibérie », qu'il composa pendant l'hivernage de la *Véga*, il disait : « Il n'existe pas de difficultés pour l'utilisation, comme route commerciale, de la voie par mer entre l'Obi-Ténissei et l'Europe. Selon toute probabilité, la route par mer entre l'Obi-Ténissei et la Léna, et entre la Léna et l'Europe, peut être également utilisée comme route de commerce, mais l'aller et le retour entre la Léna et l'Europe ne pourront se faire dans le courant du même été ».

Après son retour de cette mémorable expédition de 1878-79, Nordenskiöld ne resta pas inactif et satisfait de sa gloire. En 1883, il entreprit un nouveau voyage au Groenland. Il supposa, d'après certains indices, qu'au delà de la ceinture blanche qu'on voit entourer le pays, il devait y avoir à l'intérieur une région sans glaces. Les observations lui donnèrent tort. Il s'avança personnellement à 418 kilomètres de la côte occidentale, il envoya deux Lapons à 225 kilomètres encore plus loin : partout la calotte de glace recouvrait le sol.

Ce voyage de 1883 fut le dernier de Nordenskiöld. Vers 1890, il faillit diriger une expédition antarctique, dont les frais auraient été faits en commun par Oscar Dickson et les colonies australiennes; mais le projet échoua. Dans les dernières années de sa vie, Nordenskiöld s'intéressa surtout aux anciens voyages, et composa deux ouvrages sur l'histoire de la Géographie.

Nordenskiöld eut la bonne fortune de posséder à la fois les qualités de l'homme d'action et celles du savant. En même temps qu'il voyait les problèmes à résoudre, il était doué de la force physique nécessaire pour supporter les pénibles campagnes des mers arctiques. Aussi, a-t-il étendu considérablement nos connais-

sances sur la partie du globe qui, pour être la moins apte à la vie des hommes, n'en est pas moins aussi digne que toute autre de l'intérêt des savants : il restera l'un des grands noms de l'exploration arctique.

Henri Dehérian,
Docteur ès Lettres,
Sous-bibliothécaire de l'Institut.

§ 2. — Astronomie

Systèmes cométaires résultant de la désagrégation de comètes. — M. H. Krentz, astronome à l'observatoire de Kiel, vient de découvrir qu'un certain nombre de comètes appartient certainement à un corps unique qui se serait ultérieurement divisé. Les savants calculs de M. Krentz ont principalement porté sur les comètes de 1668, 1843 I, décembre 1872, 1880 I, 1882 II, 1887 I, et d'autres encore, dont les orbites se coupent en un point si rapproché du Soleil qu'il touche presque la couronne solaire elle-même. La comète de 1882 s'est également fractionnée d'une manière analogue en quatre nouveaux astres périodiques, dont les orbites elliptiques sont parcourues respectivement en 670, 770, 880 et 960 années.

Il existerait donc, suivant M. H. Krentz, des systèmes cométaires qui résulteraient de la segmentation de comètes primitives, s'éparpillant de plus en plus le long de leurs orbites, et finissant probablement même par se désagréger complètement : c'est ce qui dut arriver pour la comète 1889 V, qui était accompagnée de quatre astres secondaires. Les satellites de cette comète s'étaient probablement détachés du noyau principal quand celui-ci, lors du passage de 1886, avait presque frôlé la surface de Jupiter. De plus, au retour de 1896, les compagnons avaient disparu : peut-être avaient-ils été capturés dans leur course; il est aussi fort possible qu'ils se soient résolus en essaims d'étoiles filantes, comme l'ont déjà fait de nombreuses comètes.

A nos yeux, cet important travail aurait encore une autre conséquence très élevée : il devient de plus en plus improbable, en général, que l'origine des comètes soit extérieure à notre système — contrairement à l'opinion trop fréquemment admise encore.

§ 3. — Chimie industrielle

Programme des prix de la Société Industrielle de Mulhouse pour 1902. — La Société industrielle de Mulhouse vient de publier le programme des prix à décerner en 1902.

Parmi les nombreux sujets que sont appelés à traiter les concurrents, nous relevons les suivants :

Théorie de la fabrication des rouges à l'alizarine. — Synthèse de la cochenille. — Carmin de cochenille. — Matière colorante du coton. — Composition des noirs d'aniline. — Transformation du coton en oxycellulose. — Action du chlore sur la laine. — Constitution des matières colorantes. — Noir d'aniline solide. — Noir soluble et solide. — Bleu pour l'azurage des laines. — Fixation des couleurs d'aniline. — Colorants immédiats. — Impression de poudres métalliques. — Blanchiment et coloration des diverses espèces de coton. — Blanchiment et coloration des diverses espèces de laine. — Blanchiment et coloration des diverses espèces de soie. — Blanchiment à l'eau oxygénée. — Indicateur totalisateur du travail des machines à vapeur. — Moteurs à gaz de grande puissance. — Force motrice nécessaire à la filature du coton, de la laine, etc. — Ventilation et humidification des salles et ateliers. — Propagation des méthodes de culture intensive. — Statistique de la population ouvrière. — Variation du prix de la main-d'œuvre depuis un siècle. — Carte des établissements industriels du Haut-Rhin.

Les Mémoires, dessins, pièces justificatives et échantillons devront parvenir à la Société avant le 15 février 1902.

§ 4. — Géologie

L'Association géologique de Londres en

Anvergne. — L'Association Géologique de Londres a fait, cette année, une excursion de quinze jours dans notre pays. Elle a étudié la région volcanique si intéressante et si variée de la France centrale : successivement la chaîne des Puy et le massif du Mont Dore, sous la direction de M. Glangeaud, la Limagne, sous celle de M. Girond, le grand volcan du Cantal, sous celle de M. Boule.

Partout, les savants anglais, au nombre d'une quarantaine, parmi lesquels il faut compter le président de l'Association, M. Whitaker, et M. Armstrong, de la Société Royale de Londres, des professeurs, des ingénieurs, etc., ont reçu l'accueil le plus empressé et le plus chaleureux.

Ils ont emporté de l'Auvergne géologique, pittoresque et thermale, un souvenir qui ne s'effacera pas.

§ 5. — Sciences médicales

1^{er} Congrès égyptien de Médecine. — Ce Congrès, qui a obtenu le haut patronage du khédive et l'appui officiel du Gouvernement égyptien, se tiendra au Caire du 10 au 14 décembre 1902.

Les travaux du Congrès porteront surtout sur les affections particulières à l'Égypte, telles que la bilharzia, l'ankylostome, la fièvre bilieuse, les abcès du foie, etc., etc. Les questions relatives aux épidémies qui, depuis quelques années, visitent régulièrement l'Égypte, les mesures prophylactiques à prescrire, les quarantaines à observer, seront également à l'ordre du jour.

L'utilité incontestable de cette œuvre ne peut manquer d'attirer sur elle l'attention des médecins d'Europe, qui sont d'ailleurs conviés par leurs Confrères d'Égypte à assister aux réunions du Congrès.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Les limites du Gulf Stream dans l'Océan

Arctique. — Le prince Galitzine a publié dernièrement, sur cette question, dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg*, une étude fort intéressante et très documentée. M. le Dr Laloy donne de ce travail, dans la *Géographie* du 15 août 1901, la substantielle analyse suivante :

« Dans l'Océan Arctique, le Gulf Stream se distingue nettement des eaux qui l'entourent par sa couleur plus bleue, sa salinité plus forte et sa température en général plus élevée. Les vents régnants peuvent imprimer de grandes modifications à son parcours. D'après Peterson, il subirait même des variations dans son intensité, qui paraissent être en rapport avec certaines conditions climatologiques et notamment avec l'existence de vents chauds ou froids en Europe septentrionale.

« Après avoir doublé le cap Nord, le Gulf Stream se dirige, à travers l'Océan Arctique, vers les côtes de la Nouvelle-Zemble. La limite septentrionale de la bande qu'il forme n'est pas encore déterminée d'une façon précise; quant à sa limite méridionale, elle se dirige vers l'est-sud-est, parallèlement à la côte mourmane, qu'elle suit à une distance de 50 à 60 milles. Vers le 40° long. E., et par 69°30'-70° de lat. N., cette limite méridionale du Gulf Stream se dirige franchement à l'est, passe près de l'île Kolgouyev et vient toucher la Nouvelle-Zemble à hauteur de la Terre des Oies (Gousinaïa Zemlia). Suivant les années, la distance du courant à la côte mourmane est plus ou moins grande. Les

vents du sud peuvent la rejeter à 100 milles vers le nord, tandis que, dans d'autres circonstances, le Gulf Stream est tout près de la côte; d'après certains auteurs, il peut même pénétrer dans les baies mourmanes. En tout cas, certaines années, on le rencontre presque à la sortie du havre Iekaterinski.

« D'après Jdanko, dans les années froides, la limite méridionale du courant se trouve à 100 milles au nord du cap Kanine et ne se dirige pas plus loin vers l'est. Le prince Galitzine l'a, au contraire, trouvée, en 1896, par 69°30' de lat., au niveau du cap Kanine. Quant à sa limite nord, elle était bien marquée, par 48' long. E., dépassant légèrement le 71° de lat. N. — Par le travers du cap Kanine, la largeur du Gulf Stream était de 120 milles; d'après Middendorf, elle peut atteindre en ce point 240 milles.

« Au niveau de l'île Kolgouyev, à l'endroit où le Gulf Stream change de direction pour atteindre la Terre des Oies, il envoie, vers l'est, un petit rameau qui se perd, en se mélangeant aux eaux douces venues de la Petchora. Cependant, on peut rencontrer, jusqu'à hauteur de l'île Vaigatch, des courants d'eau plus salée, qui proviennent visiblement du Gulf Stream. Quant à la branche principale, qui longe les côtes ouest de la Nouvelle-Zemble, les opinions sont assez partagées à son égard. D'après les uns, elle baignerait immédiatement le rivage, tandis que, d'après les autres, elle s'en écarterait de 50 à 60 milles. Il est hors de doute que, dans certaines années, le courant pénètre dans la baie de Moller et contribue à adoucir le climat de la partie occidentale de la Nouvelle-Zemble; mais, en général, il s'en tient assez écarté. On a tout lieu de penser qu'il vient du détroit de Kara des courants froids qui ont pour effet de refouler le Gulf Stream à l'ouest. En effet, la température et la salinité très variables montrent qu'il y a mélange d'eaux de provenance diverse. On observe, d'ailleurs, un fait analogue près du cap Kanine, où les variations de la température de l'eau atteignent 3 degrés.

« L'existence de rameaux détachés du Gulf Stream dans le voisinage du cap Kanine et du cap Sacré (Sviatoï Nos) est encore controversée. Dans certaines années, un rameau contourne le premier de ces promontoires, mais se perd bientôt sans pénétrer dans la mer Blanche. L'existence d'un courant détaché dans le voisinage du Sviatoï Nos est également très vraisemblable; il se pourrait même que le courant du Kanine ne soit que le prolongement de celui qui passe le long du cap Sacré. Mais il est impossible de savoir, pour le moment, si une branche du Gulf Stream contourne la péninsule de Kola à partir du cap Sacré et pénètre dans la mer Blanche, en suivant la côte de Ter. En 1896, rien de pareil n'existait; mais, en 1894 et 1895, il y avait le long de toute cette côte, presque jusqu'au cap Orlovski, de l'eau très salée; ce qui porte à croire que l'eau du Gulf Stream peut effectivement pénétrer dans la mer Blanche, non pas, comme le croyait Middendorf, en suivant sa côte orientale, mais bien le long de sa rive occidentale.

« Nous avons vu que le Gulf Stream se distingue des eaux environnantes par sa couleur, sa température et sa salinité. Celle-ci est soumise à des variations assez rapides qui dépendent de diverses circonstances, et notamment du vent. Mais, en même temps que les mouvements de l'air, lorsqu'ils sont prolongés, refoulent les eaux du Gulf Stream dans une direction donnée, on voit se déplacer l'isotherme de 0°, ce qui prouve que, même en ce point de son parcours, le grand courant chaud a encore une influence appréciable sur le climat des régions avoisinantes. »

L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DU MARBRE EN FRANCE

La France est la mieux partagée des nations au point de vue de l'industrie marbrière : sous ce rapport, elle n'a guère que l'Italie pour rivale. Encore, la majeure partie des marbres de la Péninsule sont-ils travaillés sur notre territoire. Cette situation privilégiée, notre pays la doit à la beauté et à l'abondance des variétés marmoréennes des Pyrénées, et aux nombreux débouchés que l'exportation lui assure. Pourtant, les gens du métier se plaignent de la décadence actuelle de leur industrie, et cependant, dans ce commencement de siècle, le luxe de l'habitation s'accroissant, une ère de prospérité devrait s'ouvrir pour eux. Cet état de choses tient sans doute un peu à la mode : on délaisse aujourd'hui les décorations trop chères, pour des matériaux moins artistiques, mais plus économiques. Peut-être aussi, et nous nous poserons la question, faut-il souhaiter que le législateur intervienne au sujet de certains *desiderata* formulés par les marbriers parisiens.

I. — PRINCIPAUX GISEMENTS.

Le mot de *marbre* n'a aucun sens scientifique. On désigne communément sous ce nom des masses minérales cristallisées, dures et susceptibles de recevoir un beau poli. C'est exclusivement de ces matériaux que nous nous occuperons ici.

Dans l'industrie marbrière, telle qu'elle est pratiquée en France, on ne considère comme *marbre* proprement dit que des calcaires cristallisés. Les uns sont saccharoïdes ou grenus, tandis que les autres sont lamellaires et spathiques. Leurs nombreuses variétés sont disséminées un peu partout à la surface de la Terre. Les veines et la coloration des échantillons proviennent de l'infiltration de matières bitumineuses et ferrugineuses, ou tiennent à la présence de quelques coquilles fossiles désagrégées.

Pour qu'un gisement soit exploitable commercialement, il faut qu'on y trouve la pierre en couches assez importantes, que sa texture soit homogène, compacte ou cristalline. Le praticien ne s'inquiète pas, du reste, du mode de formation de la masse ni du terrain avoisinant. Les calcaires secondaires et tertiaires lui conviennent aussi bien que ceux des terrains archéens. De plus, la substance extraite doit réunir plusieurs qualités : être dure et susceptible d'un beau poli, posséder des couleurs vives ou offrir une gamme de teintes agréables à l'œil. En général, les marbres les plus estimés et les

plus beaux se rencontrent dans les roches sédimentaires les plus anciennes. Donc, la connaissance géologique d'une carrière fournira des indications utiles sur sa composition et sa valeur.

Quant à la classification même des marbres, il est à remarquer que, dans le commerce, on ne connaît guère d'autre groupement que celui des lieux de production. Ainsi, on range dans la même catégorie tous les marbres d'Italie. Or, quelques-uns appartiennent à des genres très divers. Dufrénoy, dans son *Traité de Minéralogie* (1847), distingua les marbres par la couleur prédominante de chacun d'eux. Plus récemment, M. Tournier a proposé une classification plus rationnelle, que nous indiquerons ici. Il divise d'abord les marbres en deux groupes : 1° les marbres *simples*, et 2° les marbres *composés*, subdivisés à leur tour en sections et variétés. Le tableau suivant résume son travail :

A. — MARBRES SIMPLES.

1. Les marbres blancs;
2. Le bleu Turquin;
3. Le rouge Languedoc;
4. Le jaune de Siègne et le jaune de l'Aude;
5. Le noir antique.

B. — MARBRES COMPOSÉS :

I. *Composés ordinaires.*

1. Le campan;
2. La griotte dite d'Italie et de Caunes;
3. Le vert antique;
4. Le vert d'Égypte et de Gènes.

II. *Lumachelles*¹ :

1. Le lumachelle d'Italie;
2. La brocatelle d'Espagne;
3. Le drap mortuaire;
4. Le petit granité;
5. Le lumachelle de Narbonne.

III. *Brèches*² et *poudingues* :

1. La brèche violette;
2. La brèche africaine;
3. La brèche jaune;
4. La brèche des Pyrénées;
5. La brèche tarentaise.

Enfin, la marbrerie française travaille également les porphyres rouges et verts, certains albâtres aux couleurs chatoyantes et plusieurs espèces de granit.

Examinons à présent les principaux gisements, non seulement de France, mais de l'Étranger, car, si quelques marbres ordinaires se débitent sur place,

¹ Lumachelle vient de *lumaca* (limaçon). Ces marbres sont ainsi dénommés parce que les calcaires qui les forment sont pétris de coquilles dont la couleur diffère souvent de la pâte qui les englobe.

² Les brèches sont constituées par des fragments anguleux ou ronds de grosseur variable et réunis par un ciment calcaire dont la teinte est différente de celle des grains.

presque tous les marbres riches du monde entier sont mis en œuvre à Paris.

La région des Pyrénées nous retiendra tout d'abord. Les marbres blancs de Saint-Béat (Haute-Garonne), connus déjà du temps des Romains et remis en exploitation au commencement de notre siècle, possèdent une tendreté et une contexture à gros grains brillants qui les rendent très estimés des statuaires. On en rencontre de même nature dans l'arrondissement de Bagnères-de-Bigorre. Mais, les marbres de couleur sont de beaucoup les plus nombreux dans ces départements. Le Saint-

et gris réunis ensemble par un ciment silico-calcaire. La griotte de Sost ressemble beaucoup à celle de Caunes (Aude), dite « griotte d'Italie ». D'un magnifique rouge brun semé de points blancs, c'est un des marbres pyrénéens les plus demandés. Les campans verts, mélangés de rouge, servent principalement dans la grande décoration. Le rouge antique, qu'on tire de Caunes, trouve des applications dans la marbrerie artistique. Quant aux gisements de l'Ariège et de l'Hérault, on commence seulement à les exploiter.

Les marbres de Hon-Hergis (Nord), noir uni et



Fig. 1. — Carrière de marbre à Hon-Hergis (Nord), appartenant à M. Blondeau.

Anne d'Arudy (Basses-Pyrénées) offre assez de ressemblance avec les marbres de la vallée de Biesme (Belgique). Il est à fond grisâtre veiné de blanc. Ses variétés dites « grand dessin », « rubané » et « granité » s'emploient beaucoup sur place, car ailleurs on lui préfère son similaire belge. Le noir d'Izeste ou des Pyrénées, gris, semé de taches blanches, se trouve dans le même canton. Le lumachelle, l'aspin et le turquin de Lourdes s'utilisent surtout dans la région. Le sarrancolin d'Arreau (Hautes-Pyrénées) produit un joli effet décoratif, dont on peut juger par l'examen du chambranle de l'Opéra-Comique de Paris. A Saint-Laurent et à Manléon-Barousse, signalons la brèche de Bize, d'un tailloutage très serré et très brillant, noyé dans une pâte jaune d'or, la brèche Portor formée de galets noirs

semés d'amandes blanches, s'emploient pour les cheminées ordinaires (fig. 1).

Dans le Jura, aux environs de Molinges, on extrait deux variétés assez recherchées : le jaune Lamarline, à fond jaune parsemé de petites veines fines rosées, et la brocatelle violette.

Les autres marbres de France sont moins estimés, sauf toutefois le vert Maurin qu'on trouve près de Prunières, la brèche Galiffet ou Alep qui vient d'Aix en Provence, le Jaspé ou Rosé du Var que fournissent les carrières des environs de Pourcieux. Enfin, le Sarrancolin ou rosé de l'ouest et le marbre Bois-Jourdan, qui proviennent des carrières de Sablé (Sarthe), et les marbres dits « de Boulogne », qui arrivent de Marquise (Pas-de-Calais), sont des produits communs.

Nos colonies de l'Algérie et de la Tunisie nous envoient des marbres translucides connus sous le nom d'*onyx*. La province d'Oran nous approvi-

sifs à cause de sa transparence. Des marbres de Kléber, la brèche de Numidie est seule importée en France, mais le rosé et le jaune de Numidie servent



Fig. 2. — Sciage dans la roche, dans la carrière de marbre de « Cava Torrione », à Carrare (Appartenant à M. Faggioni)

sionne d'*onyx* de l'Isser, dont une des variétés les plus recherchées est l'*onyx* cachemire. Les carrières sises près de Nemours (Oran) nous fournissent l'*onyx* ambré, qui s'emploie surtout en travaux mas-

en Amérique pour la grande décoration. Les différentes variétés de marbres de Guelma (le Saint-Augustin, le Sutulle, le Boisé romain et le Kalama), rosés d'un veinage très fin, sont utilisées dans

la marbrerie artistique¹. Quant aux carrières de Chemtou (Tunisie), exploitées déjà du temps des Romains, elles semblent avoir donné plus de mécomptes que de bénéfices à leurs propriétaires.

Mais un grand nombre de marbres venant du dehors sont ouvrés en France; disons donc quelques mots des variétés étrangères les plus connues sur le marché parisien.

En Europe, la Belgique nous approvisionne en

de cheminées dans le sud-ouest de notre pays. Mais c'est surtout à l'Italie que nous achetons le plus de marbres. Carrare arrive en première ligne (fig. 2 et 3). Voici les principaux genres qu'il nous fournit : le blanc clair pour les travaux courants, le blanc pour statuaire, de Seravezza (gisements très importants), le Paonazzo à fond ivoire avec veinage violet foncé, le Paonazzetto à fond blanc avec veinage brêché noir, la brèche violette à grandes vei-



Fig. 3. — Vue de la scie hélicoïdale en action dans la carrière de marbre de « Cava Torrione », à Carrare (Italie).

rouge de Flandre, rouge royal et rouge rance, qu'on rencontre aux environs de Romedenne, en vrai Sainte-Anne, qui vient de Biesme, en noir fin, que produisent les carrières de Golzimes, près de Namur, et de Denée, près de Dinant. La Suisse nous fournit du Cipolin vert et rose, qu'on trouve à Saxou, aux environs de Lucerne. Le noir de Saint-Triphon est également très employé pour la confection des foyers

¹ Ces derniers renseignements nous ont été obligeamment communiqués par M. Heurley, négociant en marbres à Paris.

nes violettes et cailloutée blanc, la fleur de pêcher, le véritable bleu Turquin uni à fond bleu, et le bleu fleuri, marbre à fond bleu clair avec veines violettes foncées. Près de la Spezzia, gisent le Portor à fond noir avec veinage d'or et le Levanto. Sienne donne un beau marbre jaune, Vérone un joli marbre rouge, et Gênes une variété verte à points rouges, dénommée commercialement « vert d'Égypte ».

La Grèce possède le vert antique de la Thessalie, dont le fond vert à cailloux blanc verdâtre produit un joli effet dans certaines décorations artistiques.

L'Espagne nous envoie sa brocatelle, marbre jaune or tiré des environs de Tortosa, au sud de Barcelone.

L'« agate mauresque » de Malaga s'emploie dans la tabletterie, et le marbre Teba à fond rosé orange pour les dessus de toilettes et les lavabos. Dans les contrées du Nord, la France s'approvisionne, pour l'imitation des meubles anciens, du rosé de Norvège à fond blanc, veines rose très clair, laissant voir la cristallisation, et du vert de Suède veiné d'une belle couleur foncée. Comme autres marbres européens, on peut encore citer le vert d'Irlande et la serpentine d'Écosse. Ce dernier, à fond brun parsemé de points rouges, sert surtout pour les enseignes de boutiques, car, même exposé à l'air et à la pluie, il a le précieux avantage de conserver très longtemps son poli.

L'Amérique du Nord nous expédie le marbre dit

L'onyx vert dit « du Brésil » vient des environs de San Luis (République Argentine). On l'embarque

à Buenos-Aires, et il est aujourd'hui à la mode pour la petite marbrerie. On l'utilise par exemple pour la confection des fûts de lampes. Quant à l'onyx blanc du Venezuela, c'est une rareté commerciale.

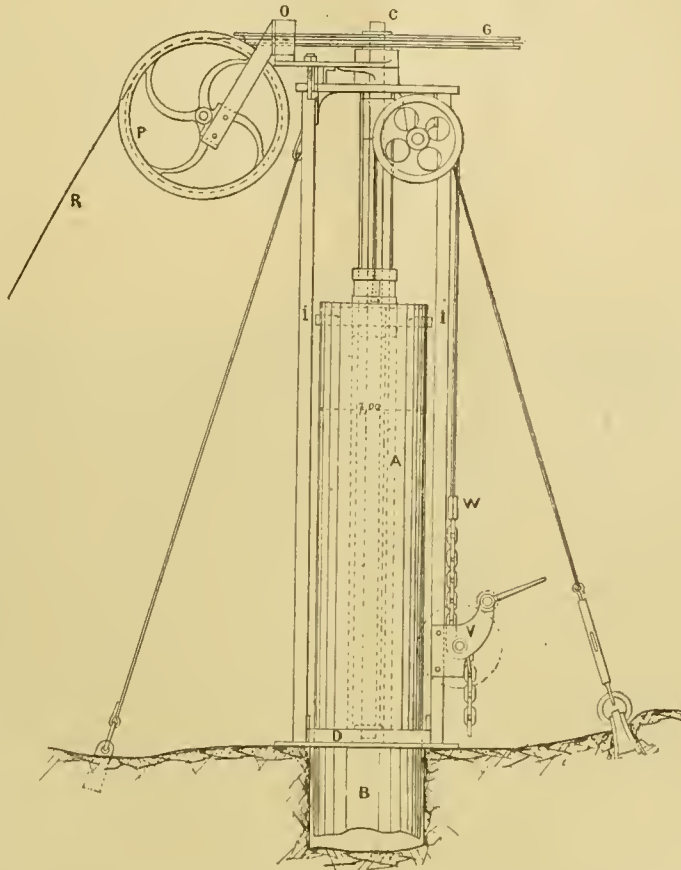


Fig. 4. — *Perforatrice*. — A, tube cylindrique en tôle d'acier; B, allonge du tube servant de couteau; C, axe; D, manchon fixant l'allonge sur l'arbre vertical; G, poulie à gorge; I, châssis supportant les poulies et la chaîne; P, poulie de renvoi; R, fil hélicoïdal; V, cabestan; W, chaîne de descente.

II. — EXPLOITATION DES CARRIÈRES.

Les anciens procédés d'exploitation des carrières de marbre étaient primitifs, lents, et d'un prix de revient élevé. Mais aujourd'hui, grâce à l'invention de la *scie hélicoïdale* (fig. 5) par un ingénieur belge, M. Paulin Gay, on débite les blocs d'une manière plus expéditive et plus économique. Cet appareil se compose d'une corde

sans fin obtenue par la torsion en hélice de trois fils d'acier. D'un côté, elle s'enroule sur une poulie fixe calée sur l'arbre

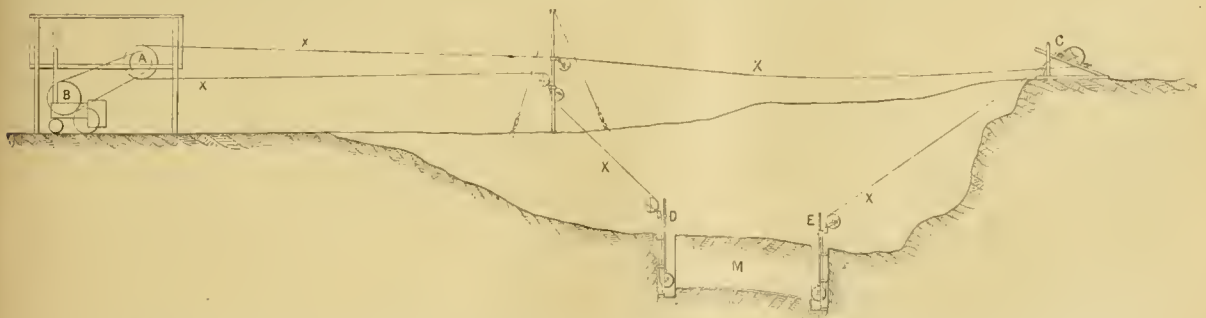


Fig. 5. — *Installation du fil hélicoïdal dans une carrière*. — X, fil hélicoïdal; A, poulie fixe; B, schéma du moteur; C, chariot tendeur; D, E, débiteuse ou instrument de sciage proprement dit; M, bloc de marbre à attaquer.

« Tonkin », granité vert, aussi tendre que le marbre blanc. Depuis quelque temps, on exploite les marbres fossilifères d'Orizava, près de Vera-Cruz (Mexique), qui présentent des dessins très variés.

du moteur et, d'autre part, sur la poulie folle d'un chariot tendeur posé lui-même sur les rails d'un plan incliné et chargé de poids destinés à équilibrer l'effort de traction. On installe la débiteuse

(ou instrument de sciage proprement dit) à l'endroit voulu du circuit. Cette dernière comprend quatre poulies maintenues et guidées entre des colonnes dont l'écartement varie avec la longueur de la masse de marbre à découper. Le déplacement des poulies inférieures s'obtient au moyen d'un mécanisme ingénieux. Les chariots qui les supportent sont fixés par des coulisses aux extrémités de vis verticales dont les écrous se trouvent au sommet des châssis. Un levier à deux branches articulées, mû par l'arbre de la poulie supérieure, commande chacune de ces vis et, à chaque révolution, un corbeau agencé sur

la continuité du sciage, assure la grande rapidité du travail. Donc, le fil découpe la roche sur tous les points de la carrière, et il divise la pierre pour en faciliter le transport ultérieur.

Actuellement, pour pratiquer les puits nécessaires à l'installation du fil hélicoïdal, on emploie une perforatrice (fig. 4). Essentiellement, celle-ci est formée d'un tube A, d'une hauteur et d'un diamètre variables. A sa partie inférieure se trouve rivée une allonge en fer B, beaucoup plus épaisse, qui lui sert de couteau. Un manchon D le fixe sur un arbre vertical à section carrée, qui lui commu-



Fig. 6. — Descente d'un bloc de marbre de la carrière d'extraction au lieu de gerbage.

la branche inférieure du levier attaque une roue dentée dont le mouvement se transmet, à l'aide d'engrenages, à la vis de suspension de la poulie mobile. Comme la vitesse de translation de la scie est d'autant plus rapide que la branche du levier est plus courte, l'ouvrier doit régler celle-ci selon le degré de dureté du marbre.

En outre de ces mouvements de translation et de descente, la cordelette est animée d'un mouvement giratoire qui a pour but de dégager continuellement le fond de l'entaille de la boue produite par le sciage. Un sablier déposé au-dessus de la masse fournit le sable humidifié, qui est rapidement véhiculé le long du trait en même temps que sur tous les points de la périphérie du brin engagé dans la pierre. Cette combinaison, jointe à

nique un mouvement de rotation tout en lui laissant la faculté de descendre en vertu de son propre poids. La transmission téledynamique communiquant à l'axe du cylindre sa giration par l'intermédiaire d'une poulie à gorge G, peut changer de direction au fur et à mesure des déplacements de l'appareil. D'autre part, le sable et l'eau projetés sur le pourtour du couteau accélèrent l'usure de la roche. De temps à autre, les matières broyées s'accablent entre le tube et les parois du marbre, et enrayent la marche de la perforatrice; aussi l'ouvrier doit-il relever ce tube à l'aide d'une chaîne W s'enroulant sur un cabestan V rivé au châssis. Cette simple manœuvre suffit pour nettoyer l'entaille de la boue qui l'obstruait, et qui aurait fini par provoquer la rupture de l'outil.

Pour extraire, en pleine roche, un quartier de marbre de la dimension désirée, on creuse, au moyen de la perforatrice, aux quatre coins de son périmètre, des puits que l'on approfondit jusqu'à ce que l'on atteigne le premier *dessous* séparant la masse des assises inférieures. On descend ensuite et on fixe dans ces cavités les supports verticaux de la débiteuse. En deux traits de scies parallèles et espacés de 0^m,60, on relie deux de ces puits par une tranchée à parois verticales, et l'on dégage ainsi le massif sur tout son pourtour. Alors,

débiteuse ont lieu sans l'intermédiaire d'une poulie de renvoi, la cordelette prenant la direction et l'inclinaison voulues, sans qu'on ait besoin de modifier la transmission. Pour cela, il suffit de monter sur une double rotule chacune des poulies du poteau distributeur placé au sommet de la carrière. D'autre part, la poulie à rotules se meut dans un plan horizontal et peut s'incliner à volonté sur l'horizon par la rotation du plateau sur lequel s'opère sa translation. Enfin, la scie hélicoïdale possède deux qualités essentielles en l'espèce : la



Fig. 7. — Gerbage des blocs de marbre à proximité de la carrière.

au moyen de coins et de leviers, on détache au-dessous la masse ainsi isolée, puis on l'amène sur le chantier où on la façonne en morceaux plus aisément maniables. Parfois, l'opération du gerbage des blocs sur les lieux d'extraction n'est pas chose aisée (fig. 6 et 7).

Les avantages de cette méthode sont multiples. Facilement transportable, la perforatrice ne broie qu'une faible partie de la surface du roc, et consomme peu de force motrice. De plus, par trois forages successifs disposés en triangle, elle creuse un puits où les supports de la débiteuse peuvent se mouvoir en tous sens.

Les déplacements de la perforatrice et de la

résistance nécessaire pour entamer les marbres les plus durs, et une incroyable rapidité d'action, due à la vitesse et à la continuité de son mouvement.

III. — TRAVAIL DU MARBRE.

D'ordinaire, les marbres se scient *en passe*, c'est-à-dire qu'ils se débitent dans le sens où ou les a trouvés dans la carrière. Mais, dans quelques cas, cependant, on est forcé de les scier à *contre-passe*. Quoi qu'il en soit, l'opération est exécutée au moyen du *chassis à scier* ordinaire ou à descente automatique (fig. 8 et 9).

La commande de ce dernier appareil, le seul

que nous décrirons, se compose d'un arbre à manivelle mû par une poulie A. L'entablement supportant les paliers est boulonné sur un massif en pierre, en maçonnerie ou en béton, B. En C se trouve un débrayage. Le châssis proprement dit est un cadre en fer et fonte, formé de deux longerons rigides D, dont la section doit être calculée suivant le nombre de lames à la tension desquelles ils doivent résister.

Deux fortes traverses en fer plat forment la tête de châssis, et réunissent à chaque extrémité ces longerons. Un crèneau, dans lequel on place les tirants-tendeurs, est ménagé entre ces traverses; une lame va d'un tirant à l'autre, et la tension se fait au moyen d'une clé.

Un châssis comprend un nombre de lames variant de 50 à 150, selon l'épaisseur des tranches à obtenir. Bien entendu, chacune d'elles peut se rapprocher ou s'écarter à volonté. En outre, le châssis porte un attelage en fonte E, et quatre charnières de suspension. La bielle F reliant le châssis à la commande est formée d'une pièce en sapin, munie à une extrémité d'une tête de bielle ordinaire avec coussinet en bronze s'adaptant à la broche de la manivelle, et à l'autre bout d'une chape dont la vis permet de régler la longueur de la bielle au fur et

mécanique ou instrument distributeur d'eau et de sable, dont les systèmes sont très nombreux. D'ordinaire, le mouvement de commande sert pour deux châssis, l'arbre portant une manivelle à chaque extrémité. Quelquefois, le sciage s'effectue sur wagon, pour obtenir plus de célérité.

Nous passerons rapidement sur les autres outils employés pour travailler le marbre : débitieuses, scioteuses, machines à moulurer, tourner, creuser et raboter. Cela nous entraînerait hors des limites de cette étude. Ajoutons seulement que les pièces cylindriques (socles, colonnes, vases, etc.) s'ébauchent au ciseau et se terminent au tour. Quant à la *scie diamantée*, elle est encore en usage, malgré les

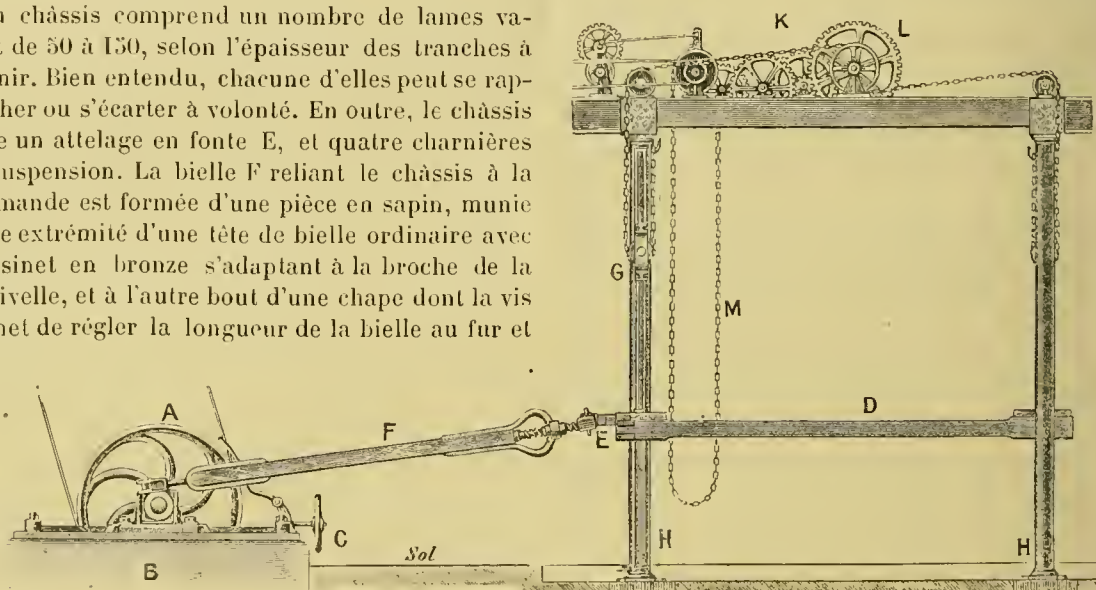


Fig. 8. — Châssis à scier avec descente et remonte automatique (Système Decamps). — A, poulie; B, massif supportant le moteur; C, débrayage; D, longeron; E, pièce d'attelage; F, bielle reliant le châssis à la commande; G, traverses de guide en acier; H, colonnes du châssis; K, engrenages de descente; L, tambour d'enroulement des chaînes; M, chaînes.

à mesure de la descente du châssis. Les quatre tiges sur lesquelles se fait le balancement du cadre sont pourvues à leur extrémité de ferrures en bronze s'articulant, d'une part, avec les charnières de suspension, et de l'autre côté avec les broches en acier des traverses de guide G. Ces deux dernières sont elles-mêmes suspendues à des chaînes. Quant aux quatre colonnes H, elles servent à guider le châssis dans son mouvement alternatif, et les traverses dans leur ascension et leur descente, au moyen de coulisseaux.

Les rouages K actionnent les tambours d'enroulement L des chaînes par l'intermédiaire d'engrenages ou de vis. Ces tambours, en déroulant les chaînes M, laissent descendre le châssis au fur et à mesure du sciage. On règle à volonté cette descente, suivant la dureté du marbre et le nombre de lames. Enfin, entre les colonnes se place l'arrosage

frais d'établissement élevés qu'elle nécessite, et surtout l'inconvénient qu'elle a de « brûler » le marbre, comme disent les gens du métier. Il faut entendre, par ce terme, qu'elle produit des arrachements au cours du sciage. La rapidité constitue son unique avantage.

La dernière opération que subit le marbre dégrossi est le *polissage*. Celui-ci exige cinq manipulations successives : 1° l'*égrisage*, destiné à adoucir les aspérités, et qui s'exécute en frottant la pièce avec un morceau de grès mouillé; 2° le *rabat* ou continuation du frottement; mais, cette fois, avec des morceaux de faïence sans émail n'ayant subi qu'une cuisson; 3° à la suite de ce premier poli, le *houchage* des cavités du marbre avec du mastic de couleur appropriée. La substance qui sert à cet effet se compose, en général, d'un mélange de cire jaune, de résine et de poix blanche, additionné d'un peu de sou-

fre et de plâtre tamisé très fin, auquel on donne la consistance d'une pâte épaisse. La coloration s'obtient en ajoutant du noir de fumée et de la potée rouge, en proportion convenable, jusqu'à ce que l'on ait obtenu la nuance désirée. Parfois aussi, on introduit des fragments concassés de l'échantillon, s'il s'agit de marbres verts et jaunes. La gomme-laque permet également de donner du corps et du brillant; 4° l'*adouci* ou frottement à la pierre ponce avec addition d'eau, mais sans aucun ingrédient

des machines à dresser et à polir. Enfin, pour aller plus vite en besogne, certains marbriers mettent de l'alun dans l'eau. Cette pratique doit être condamnée, car si ce mordant, qui pénètre dans les pores du marbre, lui donne beaucoup plus rapidement le brillant voulu, celui-ci se ternit très vite à l'humidité. La fraude se reconnaît d'ailleurs aisément : il suffit de mettre une goutte d'eau sur la surface du marbre soupçonné. Si le polisseur s'est servi d'alun, la pierre absorbant le liquide, une



Fig. 9. — Châssis à scier ordinaire de la marbrerie Heurley, à Paris. (Photographie montrant la disposition des lames pendant le sciage d'un bloc.)

solide ni mordant; 5° enfin, le *piqué*. Pour ce dernier travail, on mêle du plomb en limaille avec de la boue d'émeri provenant du polissage des glaces, et l'on frotte la pièce avec un tampon de linge fin bien serré et imprégné de cette composition.

Pour les ouvrages destinés à être exposés au dehors, on s'en tient là. Mais si l'on désire un brillant plus parfait, on procède au *lustré*. On lave bien les surfaces, on les laisse se ressuyer, et on prend un tampon de linge humidifié légèrement et imprégné d'un peu de potée d'étain. Après avoir frotté pendant quelques instants, on passe des chiffons secs avec légèreté. On utilise également

tache blanchâtre apparaîtra après essuyage. Là s'arrête, à proprement parler, l'industrie du marbre, dont nous examinons plus loin les divers emplois.

IV. — STATISTIQUE ET CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES.

En France, les scieries de marbres sont, autant que possible, installées non loin des lieux d'extraction, à proximité de nos frontières, parce que les matériaux bruts ne paient pas de droits de douane, alors que, sciés, ils acquittent des taxes élevées. D'autre part, le sciage faisant perdre de 1/6 à 1/3 à la masse, les frais de transport à

Paris seraient inutilement majorés du poids des déchets. A proximité de l'Italie et de la Suisse, les scieries s'échelonnent : aux environs de Grenoble (Isère), du Sault-Brénaz et de Glandieu (Ain), de Molinges et de Saint-Amour (Jura). Pour les marbres de Belgique, les usines sont établies près de Jeumont, Guissignies, Bellignies, Cousolre et Maubeuge. Quant à ceux d'Espagne, on les scie et on les ouvre à Paris. Enfin, quelques scieries fonctionnent à Marseille et à Toulouse. La plus grande partie des plaques débitées en ces diverses localités sont dirigées sur Paris, qui est le grand centre de la marbrerie manufacturée.

Les usages du marbre sont nombreux :

Dans le bâtiment, on l'emploie aussi bien pour les cheminées riches que pour les cheminées ordinaires, pour certains carrelages, pour des revêtements d'escalier, pour des colonnes, des soubassements, etc.

Dans l'ameublement, on l'utilise pour les toilettes, dessus de tables, buffets, dressoirs, guéridons et lavabos.

Les sculpteurs se servent principalement des marbres de Carrare.

Les marbres transparents, connus commercialement sous le nom d'onyx, s'allient aux bronzes pour faire des socles, des vases, des pendules et des colonnettes pour lampes.

Dans les boucheries, boulangeries, charcuteries et autres boutiques d'alimentation, les comptoirs et les enseignes sont généralement en marbre.

Tels sont les plus importants débouchés des différentes variétés marmoréennes.

La question du transport joue un rôle restreint dans le négoce des marbres précieux, cette matière étant d'un prix assez élevé pour supporter aisément le voyage, par voie ferrée, du port de débarquement à Paris. Ainsi, les marbres d'Algérie, de Tunisie, d'Espagne et de Thessalie arrivent presque tous par Marseille. De là, ils empruntent le réseau P.-L.-M. pour atteindre la Capitale; quelques-uns viennent par le Havre; puis, par batellerie fluviale, jusqu'à Paris; mais c'est là l'exception. Les onyx du Mexique et de la République Argentine débarquent à Saint-Nazaire ou à Anvers. Les produits de la Suède et de la Norvège passent également par le port d'Anvers, et ceux de l'Angleterre par Dunkerque.

Les marbres riches ne se travaillent guère qu'en France; seuls, les marbres ordinaires étrangers s'ouvrent sur place; toutefois, en Chine et au Japon, on exécute assez bien la petite marbrerie.

D'après les dernières statistiques du Service des Mines, on a extrait en France, pendant l'année 1898, un total de 47.025 mètres cubes ou 424.161 tonnes de marbres. L'Algérie, durant la même période, en a fourni 304 mètres cubes ou 985 tonnes.

Les négociants français vendent leurs produits

fabriqués un peu partout; ils exportent même le marbre brut dans l'Amérique du Nord, l'Angleterre, la Suisse, l'Allemagne, l'Autriche, la Russie, la Hollande et le Danemark. Les chiffres d'exportation et d'importation fournis par le Ministère du Commerce, pour 1898, sont les suivants :

	EXPORTATION en tonnes	IMPORTATION en tonnes
Marbres blancs { bruts . . .	284	58
statuaires { sculptés et moulurés.	9	49
Autres marbres de toute es- pèce	46.569	6.814

Les centres de vente sont, par ordre d'importance : Carrare, Paris, Londres, Anvers et Bruxelles.

Comme nous l'avons écrit au commencement de cette étude, les négociants en marbre se plaignent de la situation qui leur est faite. D'abord, dans l'industrie du bâtiment, ils ont le désavantage d'arriver après les autres corps de métier, le marbre n'étant employé que pour la décoration. A ce moment de la construction, l'architecte a souvent dépensé dans le gros œuvre le devis fourni, les imprévus ont majoré ses estimations. Il doit donc réaliser des économies sur les travaux restant à exécuter; c'est ainsi que, partout où cela sera possible, il remplacera le marbre par le stuc, ou autres procédés décoratifs. L'imprévoyance de l'homme de l'art retombera sur le marbrier! D'autre part, en ce qui concerne l'octroi, l'industrie marbrière parisienne ne semble pas favorisée. En effet, le marbre, qu'il soit brut, scié ou ouvré, paie 30 francs d'entrée par mètre cube (2.700 kilos). D'après ce tarif, une cheminée toute sculptée acquittera des droits moins élevés, pour entrer dans la Capitale, que la matière première nécessaire à l'exécuter, puisque son poids sera diminué des déchets de la fabrication. Le résultat fâcheux de cette anomalie administrative est que l'octroi parisien favorise la province et l'étranger au détriment du négociant en marbres de la Capitale, qui ne peut plus, par suite, lutter à armes égales avec ses concurrents du dehors. Le remède paraît cependant des plus simples. Il suffirait que le tarif, pour le marbre brut, fût moins élevé que pour le marbre ouvré. C'est là une réforme qui s'impose. En outre, les gens du métier adressent aux Compagnies de transport le reproche suivant : Les chemins de fer, dans le but d'augmenter leur trafic dans divers centres, ont accordé des conditions spéciales très avantageuses à certaines localités. Nous n'en citerons qu'un exemple, typique, il est vrai : un lavabo, avec dessus en marbre, expédié d'Autun à Paris, paie des frais de transport moins élevés que s'il est envoyé de Paris à Autun! Il y a là, nous semble-t-il, un abus, qu'il appartiendrait au Ministre des Travaux Publics de faire cesser.

Jacques Boyer.

LES MATÉRIAUX DE L'HISTOLOGIE COMPARÉE

INSTRUCTIONS POUR LES EXPLORATEURS (CONFÉRENCES DU MUSÉUM¹)

Messieurs,

Une comparaison familière, mieux que de longues considérations théoriques, vous fera comprendre sans peine le but de l'Histologie comparée. Le corps d'un animal peut être assimilé à une maison. L'anatomiste en étudie la disposition, l'agencement des diverses pièces, les ouvertures, les moyens de communication; l'histologiste, au contraire, se préoccupe de la nature intime des matériaux de construction, des rapports que ces derniers affectent les uns vis-à-vis des autres, des moyens d'union des diverses parties constituantes, etc.

Nécessairement, à des fins aussi différentes correspondent des techniques distinctes et, en dehors de quelques instruments de dissection, aucun des procédés que je vous indiquerai dans cette Conférence ne pourrait convenir pour les études d'Anatomie proprement dite.

Pour ces dernières, il importe d'obtenir, sinon des animaux complets, tout au moins des organes entiers, présentant encore leurs rapports naturels : un membre avec ses muscles, ses vaisseaux et ses nerfs; une cage thoracique avec son cœur, ses poumons, ses plèvres et son péricarde; un tube digestif, maintenu en place dans la cavité célo-mique par les divers replis péritonéaux, etc.

Les exigences de l'Histologie comparée sont singulièrement plus faciles à satisfaire; pour ce genre d'études, les pièces volumineuses, les organes sont, non seulement *inutiles*, mais *inutilisables*; il n'est besoin que de morceaux d'organes, de fragments de vaisseaux ou de nerfs, de lambeaux de tissus; mais ceux-ci doivent être prélevés avec des soins spéciaux, dont l'exposé fera précisément l'objet de la présente conférence.

I. — MATÉRIEL.

Tout d'abord, je dois vous donner des indications sur le matériel nécessaire à la récolte des pièces destinées aux études d'Histologie comparée.

Je n'insiste pas sur les instruments de dissection, car ceux-ci sont exactement les mêmes que pour les recherches d'Anatomie comparée; ils vous serviront donc à deux fins, et ce sont, vous ne

l'ignorez pas, quelques scalpels, une pince à disséquer, une ou deux scies, un marteau et un ciseau.

Le choix des récipients (tous en verre) dont vous devrez vous munir mérite attention; je vous recommanderai, de préférence aux tubes à fond plat d'un usage courant dans les laboratoires, mais vraiment trop fragiles, des flacons à parois résistantes, munis de bouchons de liège de la meilleure qualité possible et d'une faible contenance : n'oubliez pas que les morceaux volumineux sont impropres à toute étude, et qu'une faible quantité de tissu suffit pour les études microscopiques; par conséquent, choisissez un assez grand nombre de flacons d'une contenance de vingt grammes environ et quelques-uns de dimensions plus considérables, 125 et 250 grammes.

Je ne crains pas de le répéter, ce qui importe, c'est la conservation parfaite des pièces, et non pas la quantité; et, pour dissiper toutes les inquiétudes que vous pourriez avoir sur la petitesse des fragments que je vous conseillerai de prélever, je vous rappellerai que les appareils à couper dont on se sert dans les laboratoires pour étudier les tissus permettent de débiter un morceau de 1 millimètre d'épaisseur en trois cents tranches. Par conséquent, ne vous embarrassez pas de récipients inutilement : un nombre relativement peu élevé suffira, si les sujets d'étude sont bien choisis et convenablement traités, pour des recherches étendues.

Vous ajouterez enfin, à ces récipients, quelques flacons à l'émeri (125 gr.), destinés à la conservation des fixateurs, une éprouvette graduée, quelques tubes de verre, du fil de Bretagne, du papier blanc fort, des crayons Conté et un peu de tartane.

Comme vous le verrez bientôt, les études hématologiques exigent l'emploi de plaques de verre, coupées suivant des dimensions conventionnelles; ces lames se vendent chez tous les fournisseurs d'instruments microscopiques; vous vous en procurerez plusieurs centaines de la qualité la plus ordinaire et *une douzaine* à bords soigneusement rodés.

La question des réactifs à recommander à un voyageur est particulièrement épineuse, non pas par pénurie, mais, au contraire, par trop grande richesse. La technique histologique est actuellement fort compliquée, et le nombre des fixateurs, en particulier, est considérable.

Or, cette abondance, qui, pour l'homme de laboratoire, constitue une condition des plus favorables,

¹ Conférence faite pour les voyageurs, explorateurs, médecins de marine et administrateurs coloniaux, au Laboratoire d'Anatomie comparée, dirigé par M. le Prof. Henri Filhol, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

pourrait devenir un obstacle pour l'explorateur. En voyage, les manipulations compliquées sont inexécutables, et je connais trop l'impérieuse nécessité, pour le voyageur, de simplifier toute chose le plus possible, pour songer à vous donner un aperçu, même sommaire, des méthodes de fixation actuellement usitées; mon but est beaucoup plus modeste; je me suis simplement proposé de vous indiquer un très petit nombre de réactifs qui, choisis entre beaucoup d'autres, vous permettront de rapporter des matériaux histologiques dans des conditions satisfaisantes pour l'étude.

Nous examinerons plus tard la préparation de ces solutions; pour le moment, je vous énumérerai simplement les produits que vous devez emporter pour confectionner ces solutions sur le terrain même de vos explorations:

1° Alcool à 100° (placer dans le récipient, pour éviter l'hydratation, une certaine quantité de baryte calcinée);

2° Alcool à 90°;

3° Bichlorure de mercure;

4° Acide picrique;

5° Acide acétique cristallisable;

6° Bichromate de potasse pulvérisé;

7° Chlorure de platine;

8° Acide osmique;

9° Formaldéhyde à 40°.

Vous le voyez, le matériel qui vous est nécessaire n'est pas trop compliqué, et, comme il ne faut que de petites quantités de chacun des produits, je pense que les exigences de l'histologie ne vous paraîtront pas exagérées; en tout cas, je me suis efforcé de simplifier le plus possible, et de vous indiquer les moyens nécessaires, *strictement nécessaires*, pour l'accomplissement de la tâche que vous voulez bien vous imposer.

II. — CHOIX DES MATÉRIAUX.

Une nouvelle question se pose immédiatement à l'esprit: Quels animaux, quels organes choisir?

Malheureusement, je ne puis pas vous donner une règle formelle qui vous permette de reconnaître, à première vue, les matériaux fructueux, et d'établir deux catégories tranchées d'objets: l'une sans intérêt pour l'histologiste, l'autre devant nécessairement fournir des résultats. Les faits biologiques ne se plient pas aisément à de telles exigences de catalogage. Mais, à défaut d'une nomenclature ou d'un critérium formel, je puis vous donner des indications générales sur les faits qui devront décider votre choix.

Tout d'abord, ai-je besoin de le dire, la beauté d'un animal (si même on peut parler de beauté dans le langage scientifique) ne devra, en aucune

façon, influencer vos décisions, car il ne paraît pas que les muscles du plus *beau* des Tigres doivent présenter plus d'intérêt pour l'histologiste que ceux du plus vulgaire Chat.

D'autres considérations devront déterminer votre choix dans la récolte des matériaux: ce sont les conditions spéciales de vie des animaux, leur place dans la série des êtres, leurs affinités zoologiques, la singularité (au sens étymologique du mot) et la complexité des appareils anatomiques. Quelques exemples, d'ailleurs, suffiront à préciser ces indications.

1° Comme vous le savez, le milieu exerce une influence indéniable sur les animaux; or, il est d'un grand intérêt pour l'histologiste d'étudier les variations qui relèvent d'une telle cause; aussi, le sang des animaux vivant aux altitudes élevées, les sinus des poissons des grands fonds, les tissus dépigmentés des êtres cavernicoles, etc., ont-ils une grande valeur à nos yeux.

2° Les animaux qui occupent une place isolée dans l'échelle zoologique, ceux qui sont les derniers survivants de groupes, autrefois puissants, mais actuellement en voie de disparition, tels les Aptéryx, les Monotrèmes, les Spirules, les Nautilites, etc..., pourront être l'objet d'investigations fructueuses, car ils n'ont pas leurs analogues à proximité des laboratoires et, par conséquent, n'ont pas pu, pour le plus grand nombre tout au moins, être étudiés par les histologistes.

3° Il en est de même des appareils anatomiques qui semblent être l'apanage de quelques animaux seulement, d'un seul genre ou même d'une seule espèce, ou encore des organes qui présentent une complexité exceptionnelle: yeux pinéaux de Sauriens (*Hatteria*), glandes venimeuses de Reptiles, Batraciens, Poissons et Insectes, glandes salivaires d'Édentés, glandes odorantes de Mouffette, organes photogènes, organes électriques, etc.

Ces quelques exemples suffiront pour vous montrer combien vaste est le champ de vos recherches et quel profit les histologistes pourront tirer de l'étude des formes animales qui font défaut au voisinage des laboratoires.

Si quelques-uns d'entre vous conservaient encore des doutes à ce sujet, il leur suffirait, pour se convaincre de l'importance qu'il convient d'attacher aux recherches de cette nature, de se reporter au beau travail que le professeur A. von Kœlliker vient de consacrer à l'étude de la moelle allongée et des tubercules quadrijumeaux de l'Ornithorynque et de l'Echidné: ils se rendraient compte alors de la valeur des enseignements que l'illustre maître de Wurzburg a réussi à dégager de l'examen histologique de deux cerveaux de Monotrèmes¹.

¹ En l'absence d'un catalogue impossible à établir, nous indi-

III. — TECHNIQUE.

Le traitement des matériaux destinés aux études histologiques exige des soins minutieux ainsi que des manipulations longues et compliquées; ces dernières sont exposées, avec détail, dans de nombreux Traités, parmi lesquels, celui de Bolles Lee et Henneguy, que je vous présente¹, jouit d'une légitime autorité; d'après la grosseur de ce volume, vous concevez aisément qu'un nombre d'heures considérable me seraient nécessaires pour vous mettre au courant de cette technique, qui, d'ailleurs, ne pourrait qu'être un embarras pour vous. Le but que je poursuis dans cette Conférence, je vous l'ai déjà dit, est tout autre et je veux, supprimant radicalement tout ce qui n'est pas essentiel, retenir uniquement les procédés qu'il est indispensable que vous sachiez mettre en œuvre sur les lieux mêmes de vos investigations.

Je supprime donc tout ce qui a trait à l'inclusion, à la confection et à la coloration des coupes pour ne vous parler que de la seule opération (la fixation) que vous aurez à effectuer vous-mêmes; et encore, pour celle-ci, je ne vous entretiendrai que d'un nombre minime de méthodes, choisies entre des centaines d'autres et se recommandant à votre choix tant par la simplicité d'emploi que par l'excellence des résultats.

Ces réactifs ne s'appliquent pas indistinctement à toutes les catégories de tissus, et tel mélange fixateur, qui fournira d'excellentes préparations pour le système nerveux, ne donnera que des résultats médiocres ou même mauvais pour l'étude des glandes; d'autre part, les éléments figurés du sang exigent une technique spéciale; aussi, devons-nous envisager les traitements qui conviennent aux diverses espèces tissulaires, et, comme il s'agit ici de questions purement pratiques, vous m'excuserez d'avoir recours à une classification artificielle, sans base scientifique, mais qui aura au moins l'avantage de la commodité.

Nous examinerons successivement les méthodes de fixation applicables :

1° Au sang; 2° au système nerveux; 3° aux autres tissus².

quons ici quelques-unes des pièces que le Laboratoire serait particulièrement désireux d'obtenir : Organes venimeux de Reptiles, Batraciens, Poissons, Arachnides et Insectes. Placentas d'Anthropoïdes, Lémuriens et Sélaciens. Appendices d'Anthropoïdes. Glandes salivaires d'Édentés. Poumons de Dipneustes. Foies et Poumons multilobés. Yeux pinéaux. Cerveaux et moelles de Cétacés, Eléphants, Marsupiaux, Ratites, gros Ophidiens, très grands Poissons osseux et cartilagineux. Organes lumineux. Organes électriques. Sang des animaux non représentés en Europe, etc.

¹ Le conférencier met sous les yeux de ses auditeurs un exemplaire de cet important ouvrage.

² Dans cette Conférence, je me bornerai simplement, j'in-

Pour chaque réactif, la technique varie; néanmoins, certaines règles sont applicables dans tous les cas : les tissus, destinés à être étudiés au microscope, doivent être recueillis sur l'animal vivant ou *immédiatement après sa mort*, et même, pour le sang, le prélèvement doit être effectué sur l'animal vivant. Si les dimensions¹ des organes ou des animaux sont trop volumineuses, il faut débiter ceux-ci en fragments de grosseur convenable au moyen d'une lame bien aiguisée, en évitant toute compression et toute malaxation; enfin, les pièces ainsi recueillies sont directement plongées dans le mélange fixateur, sans lavage ni autre traitement préalable.

§ 1. — Sang.

La récolte et la conservation des éléments figurés du sang sont relativement simples. Le matériel nécessaire est très réduit, et la préparation des lames exige un simple tour de main, qui s'acquiert rapidement.

Chez l'Homme, chez les Singes, dont les doigts sont dénudés, voici une des meilleures façons de procéder² :

L'extrémité (face) d'un des doigts est soigneusement lavée sur l'étendue d'une pièce de un franc avec du savon, puis avec de l'alcool ou un mélange, à parties égales, d'alcool à 100° et d'éther.

On laisse sécher et on pratique une légère incision dans la pulpe du doigt, soit au moyen d'une lancette spéciale, soit au moyen d'une pointe de bistouri ou de tout autre instrument piquant.

Dès qu'une gouttelette de sang est formée, on se hâte de la recueillir sur une lame de verre, en amenant cette dernière au contact; *immédiatement après*, on étale la petite gouttelette ainsi déposée à la surface de la lame au moyen du bord rodé d'une autre lame, qu'on promène à la surface de la première. Les deux porte-objets sont orientés de telle façon qu'ils forment entre eux un angle de 45°.

Pour la réussite de cette opération, il importe d'aller vite pour éviter l'évaporation du sang, et de ne recueillir sur la lame qu'une très minime quantité de sang; autrement, le bord rodé ne permet pas d'étaler suffisamment les divers éléments.

Dans la plupart des cas, il vous suffira d'étiqueter les lames ainsi obtenues, et de les rapporter telles quelles, soit emballées dans des boîtes à rainures,

siste sur ce point, à indiquer *quelques-unes* des méthodes de fixation qui me paraissent permettre aux voyageurs de rapporter, dans des conditions satisfaisantes, des matériaux destinés aux études histologiques. J'ai dû supprimer, en raison de leur complication, les méthodes très précises (or, argent, etc.), qui sont inutilisables dans le cas présent.

¹ Voyez ce qui a trait à cette question à propos de chacun des réactifs examinés ici.

² Le sang doit toujours être récolté sur des animaux vivants.

soit empaquetées dans du papier avec des cales intermédiaires, afin d'éviter tout frottement. Mais, dans les pays humides, il sera prudent de chauffer les lames, au moyen d'une source de chaleur quelconque, pendant une ou deux minutes, à 60° environ.

Tous les animaux ne présentent pas des dispositions anatomiques aussi favorables que l'Homme et le Singe; mais il vous sera facile de vous tirer d'affaire dans tous les cas. Chez les Mammifères poilus, vous devrez d'abord raser les poils, s'il n'existe pas de régions glabres; celles-ci mériteraient alors votre préférence: le nez, les oreilles sont souvent dans ce cas.

Chez les Oiseaux, vous choisirez de préférence le pli correspondant à l'articulation huméro-cubitale, où existent de nombreuses veines superficielles.

Si quelque condition spéciale (taille, par exemple) contre-indiquait un tel choix, vous pourriez toujours puiser le sang directement dans le cœur¹: c'est, d'ailleurs, cette voie que vous adopterez pour le plus grand nombre des Reptiles, des Batraciens et des Poissons.

J'attirerai votre attention sur les résultats que pourraient fournir des matériaux ainsi récoltés: en effet, ces lames, dont la préparation est, en somme, aisée, permettent d'étudier simultanément l'histologie proprement dite du sang, et son histoire parasitologique; or, vous n'ignorez pas quel intérêt puissant est attaché en ce moment à l'étude des hématozoaires, pour laquelle ce procédé fournit des renseignements très satisfaisants.

Enfin, chez les animaux venimeux ou à sérum toxique, il conviendrait de faire des prélèvements de sang. Pour cela, il vous suffirait d'aspirer, dans une pipette² de bactériologiste, préalablement stérilisée, quelques centimètres cubes du sang du cœur ou d'un gros vaisseau; naturellement, cette opération devrait être effectuée sous le couvert d'une asepsie soigneuse, d'ailleurs facile à réaliser au moyen d'une tige métallique portée au rouge, et utilisée comme cautère. Le sang serait rapporté dans les pipettes, scellées à la lampe, séance tenante³.

§ 2. — Système nerveux.

En l'état actuel des connaissances, l'Histologie comparée du système nerveux constitue un domaine de recherches extrêmement étendu, et on peut légitimement fonder de sérieuses espérances sur les études dirigées dans cette voie. Les neuro-

logistes ont, jusqu'à présent, limité leurs investigations à un nombre peu étendu d'espèces zoologiques; aussi, peut-on croire qu'il y aurait un sérieux profit à examiner histologiquement les systèmes nerveux de la plupart des groupes qui ne sont pas représentés dans la faune européenne; l'étude des types primitifs ou aberrants (Marsupiaux, Monotrèmes, Dipneustes, etc.) semble devoir être particulièrement fructueuse.

Pour les études névrologiques comparées, c'est le névraxe qui doit surtout attirer votre attention; il ne semble pas, en effet, que le prélèvement des nerfs soit utile, mais je me garderai bien de toute affirmation à cet égard.

En tout cas, voici ce qu'il conviendra de faire dans la plupart des circonstances:

S'il s'agit d'un animal de la taille d'un lapin, vous mettrez à nu le cerveau et la moelle; ensuite, au moyen d'une lame mince bien affilée, vous débiteriez l'encéphale en une série de coupes frontales de 1 centimètre d'épaisseur, et vous inciserez la moelle de 1 centimètre en 1 centimètre, en réservant, toutefois, une petite portion de tissu afin que les divers tronçons restent unis les uns aux autres.

Sur les surfaces de section, vous prélèverez avec le même couteau de minimes parcelles mesurant au maximum 5 millimètres de largeur et 3 à 4 millimètres d'épaisseur; vous plongerez ces dernières dans dix fois leur volume d'alcool marquant au moins 98°; elles y séjourneront jusqu'au retour.

Les fragments principaux seront plongés (et rapportés) dans vingt fois leur volume d'une solution aqueuse de formaldéhyde à 10 %.

Ces procédés sont applicables aux plus grands animaux; mais il est évident qu'on ne peut songer à rapporter le névraxe entier d'un gros Cétacé, d'un grand Squalé, d'un long Ophidien, etc...: dans ce cas, on se résignera à ne prélever que le cerveau, le bulbe et les renflements médullaires cervicaux et lombaires.

En revanche, pour les êtres de la taille de la souris, il suffira d'extraire le névraxe et de le fixer *in toto*.

Enfin, je vous rappellerai que la fixation par la formaldéhyde est également applicable aux yeux et à la plupart des organes sensoriels; mais, pour assurer la pénétration du liquide à l'intérieur du globe oculaire, il faut pratiquer une incision équatoriale.

§ 3. — Tissus en général.

J'ai déjà eu l'occasion d'insister sur la richesse de la technique histologique moderne et sur la nécessité de faire un choix parmi ses innombrables méthodes.

Après mûre réflexion, je crois que vous pouvez

¹ Il va de soi que, dans ce cas, tout lavage est inutile.

² Un simple tube de verre étiré aux deux extrémités, muni ou non d'un tampon d'ouate, suffirait à la rigueur.

³ Ce procédé est applicable également aux produits de sécrétion; voyez plus loin.

vous borner aux trois réactifs suivants : ce sont des agents fixateurs très suffisants, et, en outre, ils ont l'avantage de répondre à la plupart des exigences. Ces réactifs sont :

1° La solution aqueuse saturée de bichlorure de mercure ;

2° Le liquide de Bouin ;

3° Le liquide de Lindsay.

Mais, avant de vous indiquer la préparation et le mode d'emploi de ces réactifs, je dois attirer votre attention sur toute une série de précautions qu'il importe d'observer si l'on veut obtenir de *bonnes fixations*.

Tout d'abord, les tissus destinés aux recherches histologiques *doivent être prélevés sur des animaux vivants ou qui viennent de mourir*, et plongés sans retard dans les mélanges fixateurs.

En second lieu, j'insisterai sur un point capital, presque toujours négligé d'ailleurs. La plupart du temps, on entasse des fragments volumineux dans un flacon de petite dimension, et on remplit les interstices avec le mélange fixateur : au lieu d'une fixation, c'est-à-dire d'une coagulation rapide du protoplasma, on n'obtient pas d'autre résultat, en procédant ainsi, qu'une macération fâcheuse des éléments tissulaires, qui deviennent, de cette façon, impropres à toute étude histologique.

Pour obtenir une bonne fixation, il est indispensable de *plonger de très petits fragments dans une quantité considérable de réactif*.

Je vous indiquerai, à propos de chacun des trois réactifs précités, les dimensions maxima des fragments ; mais je dois, auparavant, vous donner quelques renseignements sur le prélèvement des pièces.

Lorsque le volume d'un organe ne dépasse pas le maximum correspondant à un réactif donné, il faudra simplement inciser les tissus avec un scalpel bien aiguisé, en évitant soigneusement toute compression, et plonger immédiatement la pièce dans le mélange fixateur.

Dans le cas contraire, vous vous bornerez à rapporter des fragments d'organes, prélevés, je ne crains pas de le répéter, avec une lame bien affilée, en évitant toute malaxation.

Pour chacun des organes que vous jugerez bon de récolter, vous devrez toujours pratiquer sinon trois, au moins deux fixations.

Vous prélèverez, tout d'abord, des fragments relativement volumineux, qui permettront d'obtenir des vues d'ensemble : ceux-ci seront fixés par le sublimé. Ensuite, vous détacherez avec votre scalpel de minimes fragments, destinés aux recherches plus délicates ; vous plongerez ces derniers dans une certaine quantité de liquide de Bouin et de liquide de Lindsay.

1° *Bichlorure de mercure.*

Solution aqueuse saturée de bichlorure de mercure. Ajouter, au moment de s'en servir, 5 0/0 d'acide acétique glacial.

Les fragments destinés à être fixés par cette solution seront prélevés avec un couteau bien affilé et mesureront au maximum 15 millimètres de largeur sur 3 à 4 d'épaisseur ; ils seront plongés immédiatement après l'ablation dans vingt fois leur volume de liquide et y séjourneront jusqu'à blanchissement (ce changement se produit en un laps de temps variant de deux à six heures).

Au sortir de la solution bichlorurée, les pièces seront directement transportées dans l'alcool à 70°, où on les conservera, sans aucune autre manipulation, jusqu'au retour.

Naturellement, dans le cas d'organes ou d'animaux, dont les dimensions seraient inférieures aux maxima sus-indiqués, la pièce pourrait être fixée *in toto*, sauf le cas où une enveloppe résistante (chitine, tissu conjonctif, etc.) s'opposerait à la pénétration du liquide, ou la retarderait simplement ; il serait alors indispensable de pratiquer une incision¹.

2° *Liquide de Bouin.*

Formaldéhyde	10 volumes.
Solution aqueuse saturée d'acide picrique.	30 —
Acide acétique cristallisable.	2 —

N. B. — La solution s'altère au bout de quelques semaines.

Les pièces devront mesurer au maximum 10 millimètres de largeur sur 3 d'épaisseur. Elles seront plongées dans vingt fois leur volume de liquide et y séjourneront de six à douze heures.

Au sortir du mélange de Bouin, elles seront plongées dans l'alcool à 70°, où on les conservera jusqu'au retour.

3° *Liquide de Lindsay.*

Solution aqueuse de bichromate de potasse à 2,5 0/0.	70 volumes.
Solution aqueuse de chlorure de platine à 1 0/0.	10 —
Solution aqueuse ² d'acide osmique ³ à 2 0/0.	10 —
Acide acétique cristallisable ⁴	5 —

Ce mélange fournit des résultats remarquables, mais à la condition que les pièces n'aient que des dimensions extrêmement faibles : 5 millimètres

¹ Cette précaution est particulièrement indiquée pour les yeux, dont les tuniques résistantes empêchent la pénétration rapide des fixateurs.

² Toutes ces solutions doivent être faites dans l'eau distillée, ou, à défaut, dans de l'eau de pluie très propre.

³ L'acide osmique se vend dans des tubes en verre scellés à la lampe, par 1/2 et 1 gramme (7 francs le gramme environ) ; ce corps dégage des vapeurs, dont l'inhalation (en raison des propriétés fixatrices) est dangereuse.

⁴ On peut remplacer l'acide acétique par une égale quantité d'acide formique.

de largeur, sur 1 ou 2 d'épaisseur au maximum.

Les tissus sont plongés dans dix fois leur volume de Lindsay pendant six à douze heures; puis, ils sont lavés à l'eau courante (dans un nouet en tarlatane) pendant le même laps de temps, et enfin plongés dans l'alcool à 70°, où ils seront conservés jusqu'au retour.

Je vous propose ces trois méthodes, parce que leur combinaison, ainsi que je vous l'ai déjà indiqué, répond à la plupart des besoins (Tableau I).

D'autre part, il est tout à fait illusoire de se fier aveuglément aux images fournies par une méthode unique; en effet, et c'est là une notion fondamentale, tous les réactifs, même les meilleurs, modifient, plus ou moins, la structure du protoplasma; il est, par conséquent, indispensable de contrôler

En terminant, vous me permettrez d'insister, encore une fois, sur l'intérêt que présenteraient des matériaux récoltés dans les conditions que je viens de vous indiquer.

Le champ d'investigation de l'histologie a toujours été extrêmement restreint et c'est presque invariablement aux mêmes animaux qu'on s'est adressé pour chercher la solution des problèmes les plus importants de l'Anatomie générale. L'étude des innombrables formes animales qui peuplent le Globe est cependant pleine d'enseignements, et les trop rares travaux d'histologie comparée, publiés actuellement, ont mis en évidence l'impérieuse nécessité de s'écarter de l'étroit sentier servilement suivi jusqu'à ce jour par les médecins et les naturalistes, pour lesquels l'hôpital et l'abattoir semblent

TABLEAU I. — Schéma des manipulations.

TISSUS	FIXATION	NOMBRE DE VOLUMES de liquide fixateur pour un volume de tissu.	DIMENSIONS DES PIÈCES exprimées en millimètres	
			Largeur	Épaisseur
Sang.	Recueillir sur un porte-objet une goutte de sang; étaler, sécher, chauffer légèrement.	»	»	»
Tissus nerveux et organes sen- soriels	Solution de formaldéhyde . . .	20	celle de l'organe entier 5	10
	Alcool absolu	10		3-4
Tissus en général	Solution de bichlorure	20	15	3-4
	Liquide de Bouin	20	10	3
	Liquide de Lindsay	10	5	1-2

Rapporter les préparations de sang dans des boîtes en bois ou métalliques à l'abri de l'humidité; les tissus nerveux et les organes sensoriels dans les liquides fixateurs; les autres tissus dans dix fois leur volume d'alcool à 70°.

les résultats obtenus avec une solution lixatrice par l'emploi d'autres mélanges de composition et d'action différentes. Cette simple remarque suffit pour rendre indiscutable la nécessité des méthodes convergentes.

Lors, donc, que vous vous proposerez de rapporter des matériaux histologiques, pour chaque sujet d'étude, vous ferez, en premier lieu, des fixations au sublimé de pièces assez volumineuses; ces dernières seront précieuses pour l'obtention des coupes d'ensemble; puis, pour l'étude approfondie des éléments, vous prélèverez de petits et de minuscules fragments que vous plongerez dans les liquides de Bouin et de Lindsay. Et, comme il faut toujours prévoir les innombrables difficultés qui surgissent presque toujours en voyage, à la rigueur, dans les cas de nécessité, vous pourrez vous borner à l'emploi des deux réactifs dont l'emploi est le plus simple: la solution bichlorurée, et le liquide de Bouin¹.

¹ L'étiquetage des pièces destinées aux études histologiques peut être réalisé à peu de frais; il suffit de plonger avec les

résumer l'ensemble de la création. Les types zoologiques qui n'ont pas d'analogues à proximité de nos laboratoires, ceux qui représentent des formes aberrantes ou primitives, constituent des matériaux incomparablement fructueux. Vous seuls, Messieurs, êtes en mesure de recueillir de tels sujets d'étude, et c'est précisément pour vous engager dans cette voie inexplorée, que mon cher et éminent Maître, le Professeur H. Filhol, m'a chargé de faire devant vous cette Conférence; malgré l'aridité du sujet, vous avez bien voulu m'écouter avec une attention et une bienveillance dont je vous suis sincèrement reconnaissant. **Auguste Pettit,**

Docteur ès Sciences et en Médecine,
Attaché à la Chaire d'Anatomie comparée
du Muséum.

pièces, à même le liquide, un morceau de papier fort sur lequel sont écrites au crayon Conté les indications relatives à l'organe et à l'animal. Dans le cas où des objets d'origines diverses devraient être réunis dans le même récipient, il suffirait d'envelopper chaque lot, avec l'étiquette correspondante, dans un nouet de tarlatane; ce procédé rend des services dans le cas où l'on désire rassembler, dans un ou deux bocaux, toutes les collections faites au cours d'un voyage et traitées suivant une même méthode.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

I. — GÉNÉRALITÉS.

1. *Bibliographie.* — Parmi les publications nouvelles, nous signalerons :

Deux traités de technique physiologique :

DUBOIS et COUVREUR : *Leçons de Physiologie expérimentale*, Paris, 1900; et W.-T. PORTER : *An introductory to Physiology*, Cambridge, Mass, 1901 ;

La première partie du Tome V du *Dictionnaire de Physiologie* de CH. RICHET ;

Le volume I du grand *Traité de Physique biologique*, publié sous la direction de MM. d'ARSONVAL, CHAUVEAU, GABRIEL, MAREY et WEISS ;

Le volume II du grand *Textbook of Physiology*, publié, sous la direction de E.-A. SCHAFER, par une réunion de physiologistes anglais ;

Deux monographies allemandes, consacrées, l'une à la chimie des matières albuminoïdes, l'autre à l'étude des ferments :

ORTO COHNHEIM : *Die Chemie der Eiweisskörper*, Braunschweig, 1900 ;

OPPENHEIMER : *Die Fermente und ihre Wirkungen*, Leipzig ; 1900. 350 pages ;

La traduction française (HÉDON) de la *Physiologie générale* de VERWORX, Paris, 1900, 664 pages ;

Enfin :

Un volume de *Ricerche di Fisiologia e Scienze affini*, dédié au professeur LUCIANI, Roma, 1900; et les *Essais de Philosophie et d'Histoire de la Biologie* d'E. GLZY, Paris, 1900.

2. *Commission internationale de Contrôle des instruments enregistreurs et d'Unification des méthodes en Physiologie.* — Lors de la quatrième session du Congrès international de Physiologie réuni à Cambridge en août 1898, M. Marey a insisté sur la confusion qui s'est introduite par l'emploi de la méthode graphique en Physiologie, et sur la nécessité qui s'impose d'établir une entente parmi les physiologistes pour faire donner à leurs instruments enregistreurs des indications fidèles et pour rendre comparables entre elles les courbes obtenues.

« La méthode graphique, disait-il, semblait devoir constituer entre les physiologistes une sorte de langue universelle éminemment favorable aux progrès de notre science. Elle devait exprimer les phénomènes d'une manière simple et toujours uniforme, afin d'en rendre la comparaison facile.

« Or, il est arrivé que les différents auteurs ne s'étant pas concertés pour le choix d'une échelle commune servant à évaluer les durées et les inten-

sités des phénomènes, les divers tracés physiologiques sont difficilement comparables entre eux.

« Bien plus, la construction de certains instruments n'étant soumise à aucun contrôle, il s'ensuit que plusieurs d'entre eux donnent des courbes défectueuses.

« La Science s'encombre ainsi de travaux non seulement inutiles, mais nuisibles, car ils soulèvent des discussions stériles et mettent parfois en doute les faits acquis.

« Il appartiendrait à une Commission internationale d'établir une échelle commune pour l'expression graphique des phénomènes physiologiques, de faire construire des types aussi parfaits que possible pour les instruments usuels, tels que manomètres, myographes, sphygmographes, etc. ; enfin d'établir une sorte de *Bureau de contrôle* des instruments existants, afin d'en évaluer le plus ou moins de précision.

« Pour d'autres sciences, des commissions analogues ont réalisé d'immenses progrès. En entrant dans la même voie, la Physiologie se mettra au niveau des sciences les plus précises¹ ».

La proposition de M. Marey fut adoptée à l'unanimité le 26 août 1898, dans une séance plénière du Congrès de Cambridge. Voici le texte des résolutions votées :

« 1. Il est créé une Commission internationale pour l'étude des moyens de rendre comparables entre eux les divers inscripteurs physiologiques et d'une façon générale d'uniformiser les méthodes employées en Physiologie.

« 2. Cette Commission est formée de MM. Bowditch, Foster, von Frey, Hürthle, Kronecker, Marey, Mislawsky, Mosso et Weiss.

« 3. Chacun des commissaires dans le pays qu'il représente recueillera les avis de ses collègues et ceux des physiciens les plus compétents. Il se tiendra en relations avec M. Marey.

« 4. Enfin, tous les commissaires se réuniront en septembre 1900, à la Station physiologique de Paris, où seront centralisés et discutés les résultats obtenus. »

La Commission ainsi constituée nomma M. Marey président, M. Kronecker vice-président et M. Weiss secrétaire.

L'un des vœux de la Commission était de voir créer pour ses travaux un établissement central où l'on pût soumettre à un contrôle rigoureux les

¹ LEONARD HILL : An acc. of the prog. of the fourth intern. physiolog. Congress held at Cambridge, Aug. 23-26, 1898, *Journ. of Physiol.*, t. XXIII, suppl., p. 6.

divers instruments usités en Physiologie et déterminer pour chacun d'eux son degré de précision et les limites dans lesquelles on peut considérer ses indications comme exactes. Le rôle d'un tel établissement serait tout à fait analogue à celui du *Pavillon de Breteuil* pour la *Commission internationale du Mètre*, ou à celui du *Physikalische-technische Reichsanstalt* de Charlottenburg et à d'autres créations similaires faites en différents pays.

L'Etat français, comprenant l'utilité d'un semblable bureau de contrôle pour les instruments de Physiologie, a fait les frais d'un laboratoire qui pourra se développer suivant les besoins ultérieurs. La construction des nouveaux bâtiments, à la Station physiologique, sur un terrain concédé par la Ville de Paris, fut poussée activement, de sorte que la Commission put s'y installer lors de ses réunions de septembre 1900 et d'avril 1901.

Déjà, quelque temps avant la première de ces réunions, une série d'appareils enregistreurs avaient été envoyés de divers pays dans le nouveau bâtiment de la Station physiologique. La Commission a été frappée de la remarquable exécution de certains appareils enregistreurs; elle a constaté le nombre et la variété des organes employés pour explorer, transmettre et inscrire divers phénomènes physiologiques; et elle a pensé que de longues études techniques devaient s'ajouter encore à celles qui ont été déjà faites. Pour ce complément de recherches, elle a nommé des sous-commissions permanentes chargées de les poursuivre, soit à la Station physiologique, soit dans d'autres laboratoires. Les résultats de ces études seront soumis au Congrès international de Physiologie dans ses réunions triennales.

Entre temps s'était constituée, comme l'on sait, une *Association internationale des Académies*, ayant pour but « de préparer ou de promouvoir des travaux scientifiques d'intérêt général, qui seront proposés par une des Académies qui en font partie, et, d'une manière générale, de faciliter les rapports scientifiques entre les pays » (Art. 3 des statuts).

Présentée par l'Académie des Sciences de Paris à l'Association des Académies, la *Commission internationale de Contrôle des appareils enregistreurs et d'Unification des méthodes en Physiologie* y fut favorablement accueillie et placée sous le haut patronage de cette Association. Il fut décidé que les différentes Académies faisant partie de l'Association seraient invitées à se faire représenter au sein de la Commission internationale. C'est ainsi que trois nouveaux membres ont été adjoints à la Commission: MM. Chauveau et Cornu, par l'Académie des Sciences de Paris et M. Léon Fredericq par l'Académie Royale de Belgique.

Les premières recherches de la Commission lui ont permis de formuler certains principes généraux dont l'admission par les physiologistes remédierait déjà en grande partie aux désaccords constatés dans l'emploi des appareils enregistreurs. Ces principes seront soumis, sous forme de vœux, au Congrès de Physiologie qui se tiendra à Turin du 17 au 21 septembre de cette année.

II. — SANG.

1. *Constitution des globules rouges.* — Le sang se compose, comme l'on sait, d'une partie liquide, incolore ou peu colorée, le *plasma*, dans laquelle nagent les éléments figurés, dont les plus importants sont les globules rouges. Ces globules doivent leur coloration à l'hémoglobine dont ils sont imprégnés. Pourquoi cette hémoglobine ne diffuse-t-elle pas dans le plasma, dans lequel elle est extrêmement soluble? Il n'y a pas longtemps encore, les physiologistes étaient à peu près unanimes pour donner de ce fait une explication chimique et pour admettre que l'hémoglobine est retenue dans le stroma globulaire par une affinité chimique spéciale. Les agents tels que l'eau distillée, l'éther, les sels biliaires etc., qui dissolvent l'hémoglobine et la font passer en solution, étaient censés libérer cette substance en décomposant la combinaison qu'elle forme avec le stroma.

Ce sont principalement les recherches de Hamburger, sur l'action exercée par les solutions salines isotoniques sur les globules rouges, qui ont été le point de départ d'une conception nouvelle de la constitution de ces éléments¹.

Hamburger a montré que l'action dissolvante ou altérante que les solutions salines très diluées, ou l'eau distillée, exercent sur les globules rouges, dépend bien plus des propriétés osmotiques, c'est-à-dire purement physiques de ces solutions, que de la nature chimique des corps dissous. Si certaines solutions ratatinent les globules, si d'autres les font gonfler, si d'autres enfin les dissolvent, cela dépend uniquement de la valeur de la tension osmotique de ces solutions. Le globule sanguin se comporte comme s'il était formé d'une enveloppe semi-perméable (c'est-à-dire se laissant traverser par l'eau, mais non par les sels) et d'un contenu liquide tenant l'hémoglobine en solution. Les solutions isotoniques ne changent rien à son volume; les solutions hypertoniques lui enlèvent de l'eau et le ratatinent par conséquent; les solutions modérément hypotoniques lui cèdent au contraire de l'eau et le font gonfler jusqu'à établis-

¹ Voir *Revue générale des Sciences*, t. IV, 1893, p. 33.

sement de l'équilibre osmotique avec la solution. Si le gonflement dépasse la limite d'extensibilité de l'enveloppe du globule, celle-ci crève ou tout au moins est altérée et la solution d'hémoglobine se répand à l'extérieur.

La dissolution du globule pour chaque espèce de sang se fait, en effet, à un degré de pression osmotique ou de dilution moléculaire tout à fait typique et indépendant de la nature chimique du sel dissous.

Un des côtés faibles de cette théorie, c'est qu'au point de vue histologique, le globule rouge ne paraît pas du tout formé par un liquide coloré, renfermé dans une vésicule à paroi semi-perméable. On peut, il est vrai, se tirer d'affaire en admettant que le liquide rouge est contenu dans une multitude de vacuoles, entre les mailles d'un réticulum de stroma à surface semi-perméable.

Un travail récent de Meltzer¹ me paraît confirmer la nouvelle théorie. Meltzer a constaté que l'agitation mécanique des globules, surtout si elle a lieu au contact de corps durs, anguleux, les réduisait en menus fragments et finalement en une espèce de poussière ténue. Or, cette division purement mécanique du globule a toujours pour effet de faire passer l'hémoglobine en solution.

On sait l'importance considérable qu'ont prise en Physiologie les notions d'isotonie, de concentration moléculaire, etc., notions basées, comme on le sait, sur les nouvelles conceptions concernant la nature des solutions.

Les nombreux travaux exécutés dans cette direction pendant ces dernières années ont été analysés récemment dans cette *Revue* par M. Nolf.

Je puis donc me dispenser d'y revenir ici et renvoyer aux deux articles très documentés : *La pression osmotique en Physiologie* : Première partie : *Sang et Lymphe*; Deuxième partie : *Absorption intestinale et Sécrétions glandulaires*, publiés dans la *Revue*².

2. *Sang des Singes anthropomorphes*. — On sait que le sérum du sang d'un animal jouit de propriétés globulicides vis-à-vis des hématies appartenant à une autre espèce animale.

Le sérum du sang de chien, de porc, de mouton, de cheval, de lapin, etc., dissout les globules rouges du sang de l'homme; et, réciproquement, le sérum du sang de l'homme détruit les globules du sang de chien, de mouton, de lapin, etc. Cette propriété *globulicide* du sérum explique les accidents graves qui surviennent, quand on pratique, chez l'homme ou chez l'animal, la trans-

fusion au moyen de sang appartenant à une autre espèce, d'où l'impossibilité d'utiliser le sang des animaux comme matériel de transfusion chez l'homme dans un but thérapeutique. Les globules du sang étranger sont décolorés : l'hémoglobine passe en solution dans le sang et peut être éliminée par les urines, les stromas globulaires s'agglutinent et peuvent venir obstruer les vaisseaux ou constituer le point de départ de coagulations intravasculaires.

Il n'y a d'exception à cette règle que si l'on s'adresse à des espèces animales très voisines; le sang du lièvre n'exerce pas d'action nuisible sur celui du lapin et réciproquement. De même, le sang de rat n'altère pas celui de souris. On peut de même mélanger le sang ou pratiquer impunément la transfusion de l'âne au cheval, du chien au renard ou au loup, du chat au jaguar.

L'examen de l'action réciproque qu'exerce le sang de deux espèces animales constitue donc un élément permettant de déterminer les affinités zoologiques des deux animaux. Hans Friedenthal³ a appliqué cette méthode au sang de différentes espèces de singes sur lequel il a fait agir du sang humain. Il a constaté que le sang de l'homme attaqué les globules sanguins d'un grand nombre de singes appartenant aux groupes des *Lémuriens*, des *Platyrrhiniens* et des *Catarrhiniens*. Parmi ces derniers, le sang de *Macacus* se montra dans certains cas réfractaire à l'action destructive du sérum sanguin emprunté à certaines personnes.

Seul, le sang des singes anthropomorphes : *Gibbon*, *Orang-outang*, *Chimpanzé*, peut être mélangé avec le sang humain, sans qu'il se produise la moindre altération des globules. La transfusion du sang humain au Chimpanzé put être faite sans aucune suite fâcheuse. Le sang de Chimpanzé se comporte ici comme le ferait du sang de nègre. L'examen des propriétés du sang vient donc confirmer ce que nous savions sur l'étroite parenté zoologique de l'homme et des singes anthropomorphes, parenté attestée par les données anatomiques et embryologiques. Les affinités sont si grandes que Selenka avait proposé de séparer les singes anthropomorphes des *Catarrhiniens* et d'en former un groupe de *Primates* comprenant également l'espèce humaine.

3. *Vaccination au moyen de sang étranger*. — Les propriétés globulicides dont il vient d'être question s'exercent vis-à-vis de toute espèce de sang étranger : elles n'ont rien de spécifique. Elles sont dues à la présence, dans le plasma sanguin, de

¹ *Johns Hopkins Hospital Reports*, t. IX, 133.

² *Revue générale des Sciences* du 30 mai 1901, p. 459 et du 15 juin, p. 533.

³ *Arch. f. Physiol.*, 1900, p. 494.

substances (les *alexines*), qu'un chauffage à 56° suffit à détruire.

Mais il est possible de provoquer artificiellement, dans le sang d'un animal A, l'apparition de propriétés globulicides ou destructives *spécifiques*, c'est-à-dire ne s'exerçant que vis-à-vis du sang d'une autre espèce déterminée B, et que le chauffage à 56° ne supprimera plus. Ces propriétés dépendent de la formation, dans le sérum de A, de corps nouveaux (*anticorps*), corps qu'il ne faut pas confondre avec les *alexines*. On arrive à ce résultat en pratiquant chez l'animal de l'espèce A un certain nombre d'injections de petites quantités de sang de l'espèce B. Un exemple concret fera mieux comprendre ce dont il s'agit.

Dans les conditions ordinaires, le sérum de lapin (animal A) n'a qu'une action globulicide modérée sur le sang de la poule (animal B), action qu'un chauffage à 56° supprime d'ailleurs. Mais, si l'on injecte à l'animal A (lapin), pendant plusieurs jours de suite, quelques centimètres cubes de sang de poule (animal B), le sérum du lapin acquiert une série de propriétés nouvelles destructives vis-à-vis du sang de poule. Ce sérum attaque et dissout énergiquement les globules du sang de poule; il les agglutine, c'est-à-dire qu'il provoque l'adhérence des stromas globulaires les uns aux autres; enfin il amène la formation d'un précipité albuminoïde dans le sérum de sang de poule, alors que, dans les conditions ordinaires, le mélange des sérum de lapin et de poule reste parfaitement liquide.

Ces faits, découverts par Bordet (*Ann. Instit. Pasteur*, 1899), ont été confirmés par d'autres expérimentateurs : Ehrlich et Morgenroth, v. Dungern, Landsteiner, Nolf.

Nolf¹ a repris ces expériences et a réussi à démontrer que les trois propriétés nouvelles, *précipitante*, *agglutinante* et *hémolytique (globulicide)*, qui apparaissent dans le sérum du lapin sous l'influence d'injection de sang de poule, sont provoquées chacune par l'action d'un élément différent appartenant au sang de poule. On peut faire apparaître isolément la propriété *précipitante* dans le sérum de lapin, en lui injectant simplement du sérum de poule, les globules du sang de poule ne prenant aucune part au phénomène. De plus, dans le sérum de l'animal A, c'est la globuline (c'est-à-dire la partie des albuminoïdes précipitable par le sulfate de magnésium) qui constitue l'élément actif, dont l'injection chez l'animal B fait apparaître la propriété précipitante. Le précipité que le sérum de l'animal A vacciné au sang de B fait apparaître dans le sérum de B, est lui-même, d'ailleurs, de la globuline. Quant aux propriétés *globulicides* et

agglutinantes, elles apparaissent dans le sang du lapin après injection de globules du sang de poule, et non après injection de sérum de poule. Ici aussi on peut pousser l'analyse plus loin.

En résumé, chaque *substance* (albuminoïde?) empruntée au sang de B et injectée à A, provoque chez A la formation d'un corps nouveau, qui jouit d'une action spécifique altérante, s'exerçant précisément sur la même *substance* du sang de B.

Il y a là une série de faits rappelant la formation des *antitoxines*, sous l'influence des injections vaccinales de *toxines*, ou celle des *anti-enzymes* après injection d'*enzymes*, faits qui occupent une place si importante en Bactériologie.

Dans le même ordre d'idées, Uhlenhuth² et Schütze ont constaté que, si l'on injecte du lait de vache à un animal, son sérum acquiert la propriété de précipiter seulement les albuminoïdes du lait de vache. La précipitation se produit encore avec quelques gouttes de sérum dilué au 1/100.000. Aucune autre réaction chimique des albuminoïdes n'a une pareille sensibilité. Si, au lieu de lait de vache, on injecte du lait de femme, on observe la même action spécifique s'exerçant vis-à-vis de l'albumine du lait de femme.

Leclairché et Vallée constatent que le sérum de lapin auquel on a injecté de l'urine humaine albumineuse acquiert la propriété spécifique de précipiter exclusivement cette albumine, à tel point qu'il peut lui servir de réactif.

Chaque substance albuminoïde injectée au lapin développe ainsi la propriété, dans le sérum de lapin, de précipiter cette substance, à l'exclusion de toutes les autres.

Uhlenhuth³ d'une part, Wasserman et Schütze⁴ de l'autre, ont proposé d'utiliser ces propriétés spécifiques pour le diagnostic des taches de sang en Médecine légale. Le sérum d'un lapin auquel on a injecté au préalable du sang humain, peut ultérieurement servir de réactif vis-à-vis du sang humain qu'il précipite à l'exclusion de tous les autres.

Nous serions enfin dotés d'un moyen pratique et infaillible de reconnaître si une tache de sang est d'origine humaine ou si c'est une vulgaire tache de sang d'animal. On sait l'importance capitale de ce problème en Médecine légale.

4. *Coagulation du sang*. — A la liste déjà assez longue des substances dont l'injection supprime la coagulation du sang, il faut, d'après L. Camus et P. Lequeux, ajouter l'extrait aqueux de ver de terre⁵ qui jouit, comme l'extrait de sangsue, de

¹ *Deutsche med. Wochens.*, 1900, p. 734.

² *Deuts. med. Wochens.*, 17 janv. 1901, p. 82.

³ *Berlin klin. Wochens.*, 18 fév. 1901.

⁴ *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 690.

⁵ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, p. 297.

propriétés anticoagulantes énergiques. Comme pour la peptone, il est nécessaire que l'on injecte l'extrait de ver de terre dans le torrent circulatoire de l'animal vivant. La substance n'agit qu'*in vivo*. Ajoutée à du sang tiré du vaisseau, elle est sans action; l'extrait de sangsue au contraire agit *in vitro* comme *in vivo*.

5. *Présence de l'iode dans le sang normal.* — E. Gley et P. Bourcet¹ constatent, au moyen de la méthode de Rabourdin-Nicloux, modifiée par Bourcet, la présence constante de l'iode (1/80 à 1/9 de milligramme par litre de sang) dans le plasma sanguin. L'iode paraît combiné à l'albumine ou à la nucléine.

Armand Gautier a pareillement constaté la présence normale de petites quantités d'arsenic dans différents tissus de l'homme et des animaux : glande thyroïde, thymus, mamelles, peau, os².

6. *Quantité totale de sang.* — On admet généralement que le corps de l'homme et des mammifères contient une quantité de sang qui correspond environ au treizième du poids du corps, de sorte qu'un homme de 70 kilos aurait un peu plus de 5 kilos de sang. Ces 5 kilos de sang contiendraient environ 700 grammes d'hémoglobine, représentant un peu plus de deux grammes de fer.

Toutes ces valeurs seraient trop fortes d'après J. Haldane et J. Lorrain Smith³.

Gréhant et Quinquand avaient autrefois déterminé la quantité de sang totale chez le chien, par la méthode de l'oxyde de carbone : respiration dans un mélange titré d'oxyde de carbone et d'air, et dosage de l'oxyde de carbone fixé dans le sang. Les physiologistes anglais ont modifié le procédé d'une façon ingénieuse pour l'appliquer à l'homme.

14 analyses, faites sur 11 sujets différents, ont donné comme rapport entre le poids du sang et le poids total, des chiffres variant de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{16}$ avec une moyenne de $\frac{1}{21}$, valeur très inférieure, comme on voit, à la valeur classique de Welcker $\frac{1}{13}$.

7. *Hémocyanine.* — Chez un grand nombre d'invertébrés, notamment les Mollusques Céphalopodes (poulpe, seiche) et Gastéropodes (escargot) et les Crustacés (langouste, homard, écrevisse), la fonction respiratoire du sang paraît remplie par

une matière colorante bleue, cuprifère, l'*hémocyanine*, dont l'histoire physiologique et chimique serait calquée sur celle de l'hémoglobine. L'hémocyanine incolore se combine dans l'organe respiratoire du Crustacé, du Mollusque, avec l'oxygène pour former une combinaison bleue, instable, l'*oxy-hémocyanine*. Cette combinaison, transportée dans le torrent de la circulation, s'y dissocie en hémocyanine réduite et en oxygène qui sert à la respiration des tissus.

Le cuivre joue dans le sang de ces animaux le même rôle que le fer de notre sang. Ces faits avaient été mis en doute par Kruckenberg et, plus récemment, par Heim⁴. Heim avait nié l'existence du cuivre dans le sang des Crustacés décapodes et insisté avec raison sur les causes multiples d'introduction accidentelle du cuivre, qui avaient pu induire en erreur plusieurs chimistes. La théorie de l'hémocyanine cuprique, si intéressante au point de vue de la Physiologie générale, demandait donc une révision. C'est ce travail qu'a entrepris Ch. Dhéré⁵. Il a constaté la présence du cuivre en quantité notable (maximum : 23,5 milligrammes de cuivre pour 100 centimètres cubes de sang chez le poulpe; minimum : 4 milligrammes pour 100 centimètres cubes de sang chez l'écrevisse) dans le sang des Mollusques et des Crustacés. Il a constaté aussi que la capacité respiratoire de ce sang (mesurée par la quantité maximum d'oxygène absorbable) est supérieure à celle de l'eau et en rapport avec sa teneur en cuivre.

Phisalix⁶, Cuénot et Couvreur⁷ ont constaté des faits analogues en ce qui concerne le sang de l'escargot.

L'*hémocyanine* se trouve ainsi réintégrée dans la catégorie des protéides métallifères, jouant dans la respiration des Invertébrés le même rôle que l'hémoglobine des animaux supérieurs (et de quelques Invertébrés).

III. — CIRCULATION.

1. *L'intersystole du cœur.* — Chauveau⁸ a repris, dans ces dernières années, l'étude du mécanisme de la pulsation cardiaque chez le cheval, en partie au moyen d'appareils nouveaux.

J'ai mentionné, dans ma Revue de l'année dernière, ses inscripteurs à transmission électrique permettant de déterminer exactement les moments tant d'occlusion que d'ouverture des valvules

¹ C. R., t. CXXV, p. 1721.

² A. GAUTIER : L'existence normale et le rôle de l'arsenic chez les Animaux, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 mars 1901, p. 207 et suiv.

³ *Journ. of Physiol.*, t. XXV, 1900, p. 331.

⁴ *Etude sur le sang des Crustacés décapodes*. Thèse. Paris, 1892.

⁵ *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 458.

⁶ *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 729.

⁷ *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 395.

⁸ *Physiol. et Path. gén.*, 1900, p. 425.

artérielles, ainsi que des valvules auriculo-ventriculaires.

Chauveau a utilisé également un procédé d'enregistrement des déplacements du plancher aortique.

Un résultat très important de ces nouvelles recherches, c'est la distinction, dans le cycle d'une pulsation cardiaque, d'une *période intersystolique*, s'intercalant entre la fin de la systole auriculaire et le début de la systole ventriculaire qui lui fait suite. Chauveau a constaté, sur tous les graphiques recueillis chez le cheval, que la chute de la courbe qui marque la fin de la systole auriculaire est toujours séparée de l'ascension initiale de la courbe de systole ventriculaire par un intervalle très appréciable. On constate, pendant cet intervalle, une pulsation brève pouvant se traduire à l'extérieur, dans le tracé du choc du cœur, par une ondulation positive, se marquant également à l'intérieur par un accroissement brusque de la pression intra-ventriculaire (ondulation positive du tracé de pression ventriculaire). Cette pulsation positive serait due à une contraction active des muscles papillaires, dont l'entrée en jeu précéderait donc la contraction des parois ventriculaires proprement dites.

L'intersystole est caractérisée également par un soulèvement fugitif du plancher formé, à l'orifice aortique, par les valvules sigmoïdes abaissées, avec ou sans oscillations concomitantes de la pression intra-aortique.

2. *Vaso-moteurs du cerveau*. — La tunique musculaire des vaisseaux, spécialement des vaisseaux artériels, est innervée, comme on le sait, par deux catégories de nerfs vaso-moteurs : les vaso-constricteurs, qui président au resserrement des vaisseaux ; les vaso-dilatateurs, qui provoquent leur relâchement.

L'état des vaisseaux dans chaque territoire vasculaire est, à chaque instant, la résultante du conflit local d'innervation entre les vaso-constricteurs et les vaso-dilatateurs.

Un certain nombre de physiologistes admettent que les vaisseaux des centres nerveux font exception à la règle et ne reçoivent pas de nerfs vaso-moteurs. Les dilatations ou constriction que l'on observe si souvent sur les vaisseaux cérébraux à la suite de la section ou de l'excitation de tel ou tel nerf périphérique, seraient dues non à une intervention directe de nerfs affectés à l'innervation des vaisseaux cérébraux, mais ne seraient que le retentissement passif de changements provoqués activement dans d'autres départements vasculaires. C'est ainsi que la constriction des vaisseaux cérébraux qui se montre lorsqu'on provoque la dilatation d'autres territoires, notamment de celui de la

peau, serait un effet purement mécanique de la diminution de pression.

Colnstein¹ a abordé le problème du côté anatomique. L'examen histologique le plus minutieux des vaisseaux des centres nerveux, exécuté au moyen de méthodes variées, ne lui a permis, dans aucun cas, de conclure à la présence d'éléments nerveux.

3. *Mécanismes régulateurs de la pression sanguine*. — La valeur moyenne de la pression artérielle présente, en général, une remarquable constance.

Les causes qui, à première vue, semblent de nature à amener une altération complète de cette valeur moyenne, telles qu'une saignée ou une transfusion abondante, ne la modifient en général que d'une façon tout à fait passagère. C'est qu'il existe dans l'organisme une série de mécanismes régulateurs qui entrent en jeu pour contrebalancer les influences perturbatrices. L'un de ces mécanismes est constitué par l'appareil nerveux modérateur du cœur. Chaque fois que la pression tend à baisser, le cœur précipite ses battements et rétablit par un supplément de travail actif l'équilibre de pression. Toute hausse de pression provoque, au contraire, une diminution de l'activité du cœur, un ralentissement de ses battements, d'où également retour à la pression primitive. Le centre nerveux qui intervient ici est situé dans la moelle allongée et exerce son action modératrice sur le cœur par des fibres nerveuses qui suivent le trajet du nerf pneumogastrique. L'excitation de ces fibres ou du centre de la moelle allongée ralentit les battements du cœur ; la suppression ou la paralysie soit de ces fibres, soit du centre de la moelle allongée émancipe le cœur de cette action frénatrice, d'où une accélération des pulsations du cœur.

On admettait généralement, avec Bernstein, un mécanisme assez simple pour cette autorégulation de la pression artérielle : toute augmentation de pression artérielle agit localement au niveau de la moelle allongée pour comprimer les cellules du centre modérateur, d'où excitation de ce centre, renforcement de l'action frénatrice, ralentissement du cœur et tendance à la chute de pression. Par contre, toute diminution de pression artérielle amène une diminution de l'excitation tonique du centre modérateur de la moelle allongée, d'où diminution de l'action frénatrice, c'est-à-dire accélération des pulsations cardiaques et relèvement de la pression sanguine.

Les recherches récentes de E. de Cyon² sur l'hypo-

¹ *Arch. f. mikr. An.*, t. LV, p. 576.

² *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 1900, t. LXXX, p. 267.

physé ou corps pituitaire, semblent indiquer que les choses se passent d'une façon un peu moins simple. L'hypophyse du cerveau est, comme on le sait, un organe peu volumineux, faisant saillie à la base du cerveau, dans le voisinage de l'origine apparente des nerfs optiques et reposant sur la selle turcique du crâne.

Cet organe avait été rangé avec le thymus, les capsules surrénales, le corps thyroïde, etc., dans la catégorie hybride des *glandes vasculaires*. On a dit plaisamment de cette catégorie d'organes qu'ils n'avaient qu'un seul point commun, c'était l'insuffisance de nos connaissances au sujet de leurs fonctions. De Cyon fait jouer un rôle mécanique important à l'hypophyse dans la régulation par voie nerveuse des altérations de la pression sanguine artérielle. Les moindres changements de pression dans la cavité crânienne (dus en général à des changements de pression artérielle) influenceraient directement l'hypophyse; celle-ci réagirait en mettant en action l'appareil modérateur contenu dans la moelle allongée et, par son intermédiaire, agirait sur la pression sanguine en modifiant le nombre et la force des battements du cœur. Il y aurait un chaînon de plus dans le mécanisme qui accommode à chaque instant le nombre des battements du cœur aux besoins de la pression artérielle.

Outre ce rôle de régulation mécanique, de Cyon attribue encore à l'hypophyse un rôle chimique de suppléance vis-à-vis du corps thyroïde.

Schäfer et Swale Vincent¹ ont constaté de leur côté que les extraits du tissu de l'hypophyse contiennent deux substances dont l'injection intra-veineuse modifie la pression sanguine. L'une de ces substances, insoluble dans l'alcool et dans l'éther, produit une hausse durable de la pression sanguine chez l'animal auquel on l'injecte; l'autre, qui se dissout dans l'alcool et l'éther, produit, au contraire, une baisse passagère de la pression sanguine.

IV. — RESPIRATION.

1. *Apnée*. — On a donné le nom d'*apnée* à l'état dans lequel se trouve un animal vivant qui suspend momentanément sa respiration, par suite de l'absence du besoin de respirer.

Il est facile à l'homme de se mettre en état d'*apnée*. Il suffit d'exécuter un certain nombre de mouvements respiratoires extrêmement profonds, de manière à exagérer la ventilation pulmonaire: avant de sauter à l'eau, les plongeurs de profession ont recours instinctivement à cette manœuvre, qui leur permet ensuite de supporter plus longtemps la privation d'air. De même, pour mettre un lapin

à l'état d'*apnée*, on pratiquera sur lui, au moyen d'un soufflet approprié, la respiration artificielle, en ayant soin d'exagérer les insufflations. Au bout de quelques instants, l'animal sera à l'état d'*apnée*, c'est-à-dire qu'il ne se remettra pas immédiatement à respirer si l'on cesse la respiration artificielle.

L'*apnée* s'explique très bien dans la théorie de Rosenthal, en vertu de laquelle le stimulus qui, dans les conditions ordinaires, entretient l'activité des centres nerveux respiratoires de la moelle allongée, est constitué par un certain degré de *vénosité* (déficit d'oxygène, excès de CO²) du sang qui baigne la moelle allongée. La respiration artificielle produit une *surartérialisation* de ce sang: le stimulus physiologique des centres respiratoires faisant ainsi défaut, ceux-ci suspendent leur action et l'animal cesse momentanément de respirer.

Cette théorie de l'*apnée* n'a pas été admise sans contestation. Un certain nombre de physiologistes refusent d'admettre que l'*apnée* soit due aux changements chimiques qui se passent dans le sang. Pour eux, la cessation des mouvements respiratoires qui suit la ventilation pulmonaire exagérée est un effet d'inhibition réflexe, ayant son point de départ dans les phénomènes mécaniques dont le poumon est le siège, lors de la respiration artificielle. Hering et Breuer ont, en effet, montré que toute insufflation pulmonaire, toute distension mécanique des alvéoles, provoquait, par voie réflexe, l'excitation des fibres d'arrêt du pneumogastrique, excitation qui coupe tout mouvement d'inspiration et place l'animal dans la position d'expiration.

L'expérience suivante me paraît trancher la question de l'*apnée* en faveur de la théorie chimique¹. Sur deux chiens, A et B, convenablement anesthésiés et préparés de manière à ce que leur sang soit rendu incoagulable (par une injection préalable de propeptone), j'établis la circulation céphalique croisée, c'est-à-dire qu'après avoir lié les artères vertébrales, j'établis au moyen des carotides un échange de sang. Le bout central d'une carotide de A est relié, au moyen de canules et d'un tube de caoutchouc, avec le bout céphalique de la carotide de B, et réciproquement. La tête de B, y compris ses centres respiratoires, ne reçoit que du sang qui vient du tronc de A, et réciproquement. Dans ces conditions, je produis l'*apnée* chez B, en pratiquant la respiration artificielle chez A. L'influence nerveuse se trouve exclue dans cette expérience, où le seul lien physiologique entre ces deux animaux est constitué par le sang de la circulation croisée. C'est donc le sang qui vient du tronc de A dans la tête de B qui y produit l'*apnée*, et l'expérience résout la question en faveur de la théorie chimique.

¹ Journ. of Physiol., t. XX, p. 87.

¹ Arch. de Biol., 1901.

Mais une seconde question se pose alors. La ventilation pulmonaire pratiquée sur le chien A enrichit son sang en oxygène et l'appauvrit en acide carbonique. Quelle importance faut-il attribuer à chacun de ces facteurs dans la production de l'apnée? L'expérience a montré qu'il s'agit avant tout de la diminution de CO_2 , dont la teneur absolue, ainsi que la tension, tombent pendant l'apnée à la moitié de leur valeur, tandis que l'oxygène ne subit que des variations insignifiantes.

2. *Rétablissement de la respiration dans les cas d'asphyxie et de mort apparente.* — Le procédé le plus efficace pour ramener à la vie un noyé, une personne en état de mort apparente, a été découvert, comme on le sait, par Laborde. Il consiste à exercer sur la langue des tractions dont le rythme imite celui des mouvements respiratoires normaux. L'excitation des nerfs sensibles de la base de la langue se transmet aux centres respiratoires et finit par réveiller ceux-ci de leur torpeur, quand celle-ci n'est pas irrévocable. Laborde a fait construire des appareils grâce auxquels son procédé des tractions rythmées de la langue fonctionne automatiquement pendant plusieurs heures.

Dans plusieurs cas, le rappel à la vie de noyés ou d'animaux asphyxiés dans un but expérimental a été obtenu après l'énorme durée de trois heures de mort apparente. Laborde admet que c'est là l'extrême limite et que, si, au bout de trois à quatre heures, à plus forte raison de cinq heures de tractions prolongées, les mouvements respiratoires ne se sont pas rétablis, la mort peut être tenue pour réelle et irrévocable.

Nous avons là un signe certain et nouveau de la mort, et qui résout d'une façon positive une question importante d'hygiène¹.

Puisque j'en suis à m'occuper de la distinction de la mort réelle et de la mort apparente, je demanderai la permission de citer un travail récent de Waller qui a traité au même sujet.

D'après Waller², la matière encore vivante se distingue de la matière morte en ce qu'elle répond à une excitation électrique en produisant elle-même un courant de même sens. Ce procédé peut servir à étudier l'ordre dans lequel les fonctions vitales s'éteignent successivement dans les différents organes au moment de la mort.

3. *Air atmosphérique.* — Tout semblait avoir été dit sur la composition chimique de l'air atmosphérique, lorsque, il y a quelques années, la découverte retentissante de l'argon a été le point

de départ d'une série de travaux sur notre atmosphère. Si l'année dernière n'a pas ajouté un élément à la liste des nouveaux corps simples de l'air, elle a cependant enrichi nos connaissances de plusieurs données importantes dues principalement aux recherches d'Armand Gautier³.

Il a constaté la présence constante dans l'air atmosphérique de petites quantités de gaz combustibles : hydrogène, méthane, etc. L'air pur des hautes régions de l'atmosphère contient environ 2/10.000 de son volume d'hydrogène libre. Il contient également des traces d'hydrocarbure, notamment de méthane. L'air des villes, celui des bois, est beaucoup plus riche en hydrocarbures. Celui de la mer contient de l'hydrogène (0 cc. 2 par litre), mais pas d'hydrocarbure,

L'auteur a trouvé, dans 100 litres d'air puisé dans les rues de Paris :

H, 49 cc. 5; CH_4 , 42 cc. 1; gaz très carburés, 1 cc. 7; oxyde de carbone, etc., 0 cc. 2.

V. — NUTRITION. DIGESTION. ABSORPTION. SÉCRETIONS.

1. *Rôle des microbes dans la nutrition.* — Pasteur avait émis l'idée que les bactéries jouent un rôle important dans la digestion des animaux supérieurs, et que la vie deviendrait impossible si nous supprimions tous les microorganismes de notre tube digestif. J'ai signalé ici, dans ma Revue de l'an passé⁴, les expériences de Nuttal et Thierfelder d'une part, celles de Schottelius de l'autre, entreprises dans le but de soumettre l'idée de Pasteur à la critique expérimentale. Nuttal et Thierfelder étaient parvenus à extraire aseptiquement un jeune cochon d'Inde de l'utérus maternel, et à le maintenir en vie, au moyen d'aliments exempts de bactéries.

Schottelius⁵, expérimentant sur de jeunes poussins au sortir de l'œuf, avait constaté, au contraire, l'action nuisible, mortelle, d'une nourriture stérilisée.

Kijanisin⁶, non content d'affirmer l'influence délétère de la stérilisation de l'eau et des aliments consommés par ses sujets d'expériences, va plus loin encore, et affirme l'utilité, la nécessité même des bactéries qui se trouvent dans l'air que nous respirons. Ces microbes, introduits dans notre corps, agiraient comme stimulant de nos leucocytes et

¹ A. GAUTIER, *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXX, p. 167; t. CXXXI, p. 43, 86 et 533. Voyez aussi : Les gaz combustibles de l'air, dans la *Revue générale des Sciences* du 13 septembre 1900, t. XI, p. 998 et 999.

² Voyez la *Revue générale des Sciences* du 30 juillet 1900, t. XI, p. 897.

³ *Archiv f. Hygiene*, t. XXXIV, 210.

⁴ *Arch. Biol.*, t. XVI, p. 663.

¹ *Le signe automatique de la mort réelle.* Paris, 1900, et *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 21, 77, 127.

² *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXI, p. 485.

inciteraient ces derniers à produire en quantité suffisante les ferments oxydants indispensables à notre vie. Ces ferments ont pour rôle de transformer en anhydride carbonique et en urée les produits de la désassimilation.

L'auteur en voit la preuve dans les altérations de la nutrition qui se montrent chez les animaux que l'on oblige à ne respirer que de l'air stérilisé. Les animaux dépérissent, victimes d'un empoisonnement chronique dû à une accumulation de produits intermédiaires de la nutrition (leucomaines), dont l'excès se constate directement dans les urines.

Cependant, l'exemple des mammifères, des oiseaux, des poissons des régions polaires, dont l'organisme, et spécialement le tube digestif, est généralement vierge de tout microbe, et qui respirent un air exempt de microbes, nous montre que les animaux supérieurs se tirent parfaitement d'affaire sans l'aide des infiniments petits. L'air stérile des hautes montagnes, celui des régions arctiques passent d'ailleurs pour extrêmement sains.

2. *Absorption de la graisse.* — Le rôle du suc pancréatique dans la digestion de la graisse a été découvert, comme on le sait, par Claude Bernard. Chez le lapin, le canal de Wirsung, qui déverse le suc pancréatique dans l'intestin, débouche à une assez grande distance en aval du conduit de la bile. Il est donc possible, chez cet animal, d'observer l'action isolée que la bile exerce sur la digestion des graisses, et de constater par exemple que l'absorption de ces dernières ne commence qu'à partir du point où les matières alimentaires ont subi le contact du suc pancréatique. C'est seulement à partir de ce niveau que les chylifères présentent l'injection laiteuse caractéristique de l'absorption de la graisse. Claude Bernard déterminait la substance à laquelle le suc pancréatique doit son action digestive vis-à-vis des graisses. Il montra que ce suc contient un *ferment saponifiant* (nommé depuis *lipase*, *stéapsine*), qui jouit de la propriété de dédoubler les graisses en *glycérine* et *acides gras*. Ces derniers peuvent ultérieurement se transformer en *savons alcalins* au contact de l'alcali du suc pancréatique ou de la bile.

Or, il suffit d'une petite quantité de savon alcalin pour transformer en peu de temps une masse considérable d'huile ou de graisse fusible en une émulsion durable. Comme c'est sous forme d'émulsion que la graisse apparaît dans les chylifères au moment de son absorption, il semblait assez rationnel d'admettre que les globulins de graisse, émulsionnée dans l'intestin par cette action des savons dus au ferment saponifiant, étaient directement absorbés à travers le revêtement épithélial

de l'intestin. Dans cette théorie, une petite partie seulement de la graisse était censée dédoublée par le ferment saponifiant. Cette saponification avait pour conséquence d'émulsionner le reste de la graisse, et c'est sous forme de gouttelettes de graisse émulsionnée que la plus grande partie de cette substance devait être absorbée à la surface de l'intestin. La plus petite portion, transformée en glycérine et savon, était seule absorbée sous forme réellement soluble et après transformation chimique¹.

Pflüger s'est récemment élevé avec énergie contre cette doctrine pour ainsi dire classique. Il a affirmé que la totalité de la graisse alimentaire absorbée l'était sous forme soluble : *glycérine* et *acides gras* ou *savons*, et avait par conséquent subi intégralement la décomposition hydrolytique sous l'influence de l'action du ferment saponifiant.

Voici les arguments mis en avant par Pflüger pour combattre l'idée de l'absorption directe de la graisse non saponifiée. D'abord, si l'on examine au microscope les cellules vivantes de l'épithélium intestinal pendant la digestion de la graisse, on constate que leur portion basilaire, celle qui est directement en contact avec le contenu intestinal, est absolument claire, transparente et ne contient pas le moindre globulin de graisse (contesté par Exner, von Basch, etc.). La graisse n'apparaît sous forme de globulins que plus loin, dans les portions plus profondément situées de la cellule. L'aspect des cellules correspond tout à fait à l'idée que la graisse traverse le plateau canaliculé de la cellule sous forme dissoute, invisible, pour se précipiter plus loin sous forme insoluble et apparente.

Quant à l'utilité de l'émulsion de la graisse, Pflüger la voit dans ce fait que le ferment saponifiant, étant dissous dans l'eau, doit agir difficilement sur les graisses qu'il ne mouille pas. L'émulsion provoquée par l'action du suc pancréatique et de la bile a pour effet d'augmenter la surface d'attaque de la graisse et de permettre un contact plus étendu avec le ferment saponifiant.

Les acides gras peu solubles mis en liberté par le ferment saponifiant décomposent les carbonates du suc pancréatique et du suc intestinal, mais surtout décomposent les glycocholates et taurocholates de la bile, pour former des savons, corps solubles dans l'eau et directement absorbables. D'ailleurs l'acide taurocholique, résultant de la décomposition des taurocholates par les acides gras, contribue à dissoudre ces derniers, comme le savait déjà Strecker (1848). Ce dernier fait a été confirmé par Mareet et récemment par Moore et Brockwood.

¹ *Arch. f. d. g. Physiol.*, t. LXXX, p. 411, 1900; *Ibid.*, t. LXXXI, p. 377, 1900; t. LXXXII, p. 303, 381, 1900; t. LXXXV, p. 1, 1901.

Si l'on objecte que la saponification ou la solubilisation de toute la graisse de l'alimentation représente un énorme travail chimique, on peut répondre que la possibilité de l'exécution d'un tel travail de saponification a été établie par les expériences d'Otto Frank¹, de I. Munk, etc. Frank fait ingérer à un chien une grande quantité d'éthers éthyliques des acides gras et retrouve dans le chyle une émulsion laiteuse de graisse ordinaire, c'est-à-dire d'éthers glycériques, sans traces d'éthers éthyliques.

Ici, les éthers éthyliques ont évidemment été saponifiés en entier et la glycérine a pris la place de l'alcool éthylique. De même, le palmitate de cétyle (blanc de baleine) est transformé en palmitate de glycérite — après saponification complète — lors de son absorption par les chylifères.

On sait depuis longtemps² que l'ingestion de savons alcalins ou d'acides gras fait apparaître de la graisse neutre dans les chylifères et a la même valeur nutritive que la graisse elle-même. Ici aussi, les savons alcalins, les acides gras ont dû être absorbés sous forme soluble et ce n'est qu'arrivés dans le protoplasme de l'épithélium intestinal qu'ils ont régénéré de la graisse neutre en se combinant à la glycérine. Il est établi que cette synthèse de la graisse au moyen de glycérine et d'acides gras peut être réalisée *in vitro* par le revêtement épithélial de l'intestin enlevé à un animal vivant³.

Enfin, la théorie de Pflüger a l'avantage de comprendre dans une même formule la digestion des trois grandes catégories d'aliments; les féculents, les graisses et les albuminoïdes. Dans les trois cas, la digestion serait une fermentation qui hydraterait les matières alimentaires insolubles et les transformerait en produits solubles.

Naturellement, les objections n'ont pas manqué de se produire⁴. Presque en même temps que Pflüger, L. Hofbauer⁵ cherchait à résoudre la question de l'absorption directe de la graisse en nourrissant des chiens avec de la graisse colorée au moyen de matières colorantes insolubles dans l'eau: rouge d'alcanna, rouge laque A, etc. Si la graisse est saponifiée avant d'être absorbée, disait Hofbauer, la matière colorante, le rouge d'alcanna, insoluble dans l'eau, sera précipitée au sein du contenu intestinal et ne passera pas dans les villosités intestinales. Celles-ci ne contiendront que de la graisse incolore.

Au contraire, si la graisse émulsionnée et colorée

par l'alcanna est absorbable en nature, sans saponification préalable, alors on doit rencontrer, dans les villosités intestinales et dans les chylifères, des globulins de graisse colorée.

Or, en sacrifiant l'animal, on constatait la présence dans le chyle de graisse fortement colorée. Hofbauer en concluait la possibilité de l'absorption directe de la graisse simplement émulsionnée, sans saponification préalable.

Pflüger a mis en doute l'exactitude des prémisses posées par Hofbauer. Il a montré que, si le rouge d'alcanna est insoluble dans l'eau, cette matière colorante se dissout au contraire plus ou moins bien dans les solutions analogues à celles qui constituent la bouillie intestinale et qui contiennent de la glycérine, des acides gras, des savons et des acides biliaires, etc., et que la matière colorante avait donc pu pénétrer à l'état dissous, tout comme la graisse, à travers le revêtement épithélial de l'intestin.

V. Henriques et C. Hausen¹ ont constaté, comme Pflüger, la solubilité du rouge d'alcanna et d'autres matières colorantes analogues dans les solutions de savons alcalins et l'impossibilité de trancher la question de l'absorption directe des graisses par le procédé de Hofbauer.

Ils ont repris l'expérience en incorporant à la graisse alimentaire de la paraffine fusible, substance tout à fait insoluble dans l'eau. Ils avaient constaté que le mélange à parties égales de graisse de porc et de paraffine donne une émulsion typique au contact des solutions de carbonate de soude, à condition que l'on ajoute une petite quantité d'acide gras. Dans ce cas, chaque globulin de l'émulsion est formé de parties égales de paraffine et de graisse. Si les globulins sont absorbés comme tels sans saponification préalable, on devra retrouver la paraffine dans le chyle, tandis qu'il y aura un déficit de paraffine dans les excréments. Or, les auteurs constatent au contraire l'absorption presque complète de la graisse seule et l'élimination complète de la paraffine par les excréments. Il y a donc en ici, par le fait de l'absorption, une séparation de la paraffine et de la graisse, ce qui n'aurait pas eu lieu si les gouttelettes avaient pénétré comme telles à travers le plateau canaliculé des cellules épithéliales de l'intestin.

Cette question de l'absorption de la graisse a donné lieu à un débat assez acerbe entre Pflüger d'une part et J. Munk de l'autre².

Un des principaux arguments mis en avant par J. Munk pour établir la possibilité de l'absorption de la graisse sans saponification préalable, était tiré

¹ *Zeit. f. Biol.*, t. XXXVI, p. 568.

² Radziejewsky et Kühne, 1868, Perewoznikoff, 1876, Will, 1876, Munk, 1879, etc.

³ C.-A. Ewald, 1883, H.-J. Hamburger, 1900.

⁴ *Arch. f. d. g. Physiol.*, t. LXXXI, p. 263, 1900.

⁵ *Ibid.*, t. LXXXIV, p. 619, 1891.

¹ *Centralbl. f. Physiol.*, t. XIV, p. 313, 1900.

² *Centralbl. f. Physiol.*

du fait que les animaux privés de pancréas peuvent encore absorber des quantités considérables de graisse, quand cette dernière leur est offerte sous forme d'émulsion (lait). On peut répondre avec Pflüger que l'exemple des animaux *dépancréatisés* ne prouve rien, puisqu'on sait que la graisse peut être saponifiée en quantité notable sans l'intervention du suc pancréatique, notamment dans l'estomac.

Hédon n'a-t-il pas constaté la présence de savons en quantité notable dans le contenu intestinal ou dans les excréments des chiens dépancréatisés.

3. *Graisse et féculents.* — On donne le nom de *quotient respiratoire* au rapport entre le volume de CO^2 exhalé par la respiration et le volume de l'oxygène consommé : ce rapport $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2}$ est généralement inférieur à l'unité, c'est-à-dire que tout l'oxygène consommé par l'organisme ne reparait pas sous forme de CO^2 dans l'air expiré. Une partie de cet oxygène est employée à réaliser d'autres oxydations que celle du carbone, à produire de l'eau par exemple.

La valeur du quotient respiratoire varie nécessairement suivant la nature du combustible brûlé dans notre corps. Avec une alimentation exclusivement composée de féculents, le quotient respiratoire $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2}$ devient = 1, ou tend à se rapprocher de l'unité. En effet, les substances hydrocarbonées (fécule $\text{nC}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$, glycose $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^6$, etc.) contiennent par elles-mêmes assez d'oxygène pour transformer tout leur hydrogène en H^2O . Il suffit de leur fournir l'oxygène nécessaire à la combustion du C en CO^2 . De même, quand on brûle de la fécule à l'air, le volume de l'oxygène consommé O^2 est exactement égal au volume de CO^2 produit. Le quotient de combustion $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2}$, comme on pourrait l'appeler, est égal à 1.

Les graisses (stéarine $\text{C}^{57}\text{H}^{110}\text{O}^6$, palmitine $\text{C}^{51}\text{H}^{98}\text{O}^6$, oléine $\text{C}^{57}\text{H}^{104}\text{O}^6$, etc.) contiennent peu d'oxygène et beaucoup d'hydrogène; aussi leur quotient de combustion (ou de respiration) est-il notablement inférieur à l'unité (Q. R. = 0,70).

Dans la combustion de l'albumine, le quotient respiratoire est également notablement inférieur à l'unité.

La valeur du quotient respiratoire varie en général avec la nature de l'alimentation et nous montre que les phénomènes d'oxydation qui se déroulent dans notre corps atteignent principalement le combustible alimentaire introduit en dernier lieu par le tube digestif.

Mais, dans certains cas, le quotient respiratoire

présente des valeurs en apparence paradoxales, ne cadrant pas avec le quotient de combustion des aliments.

Ces anomalies trouvent leur explication si l'on réfléchit que, dans certaines circonstances, par exemple dans les phénomènes de croissance ou de simple engraissement du sujet, une partie des aliments n'est pas destinée à être brûlée et peut subir des transformations chimiques autres que la simple combustion.

Hanriot a étudié, il y a quelques années (1893), un cas de ce genre. Il a constaté que le quotient respiratoire pouvait dépasser l'unité chez l'homme sain à la suite d'ingestion d'une quantité notable d'hydrocarbonés (glycose). Le glycose n'est pas brûlé, mais se dédouble en fournissant d'une part CO^2 , et d'autre part de la graisse qui se dépose dans les tissus.

Un exemple d'une transformation inverse, celle de la graisse de l'organisme en glycogène, a été étudié récemment par Bouchard et Desgrez¹. Pour se transformer en glycogène, la graisse doit absorber des quantités notables d'oxygène, qui ne reparaitront pas sous forme de CO^2 dans l'air de l'expiration. Le quotient respiratoire acquerra une valeur extrêmement basse; de plus, l'organisme pourra momentanément augmenter de poids par suite de cette fixation d'oxygène dans les tissus.

Cette augmentation temporaire de poids a été notée par ces expérimentateurs dans toute une série d'expériences faites tant chez l'homme que chez l'animal.

On sait que, dans les conditions ordinaires, si l'on place un animal vivant sur un plateau de balance, on constate une diminution continue de poids provenant de la combustion organique. Si le sujet a été soumis à une abstinence plus ou moins complète pendant plusieurs jours, et si on lui donne alors un repas très riche en graisse, l'assimilation de cette graisse pourra s'accompagner d'une augmentation temporaire de poids, due à la formation de glycogène aux dépens de la graisse, avec fixation d'oxygène atmosphérique.

Ce glycogène se dépose exclusivement dans les muscles, d'après les expériences de Bouchard et Desgrez.

Le foie n'aurait aucune part au phénomène.

4. *Digestion.* — Je n'analyserai pas ici les travaux récents de Pawlow et de ses élèves sur les sucs digestifs. Ces travaux ont été passés en revue par M. Arthus dans la *Revue* du 15 juillet 1899. La *Revue* est revenue sur le même sujet dans le numéro du 30 janvier 1900, p. 60.

¹ *Arch. Physiol. et Path.*, 1900, p. 237.

5. *Sueur*. — Ardin-Delteil¹ a constaté que la sueur humaine constitue un liquide dont la concentration moléculaire est toujours notamment inférieure à celle de la lymphe ou du plasma sanguin. Le moyen le plus convenable pour apprécier le degré de concentration moléculaire consiste, comme l'on sait, à déterminer la température à laquelle le liquide se congèle : l'abaissement du point de congélation est proportionnel au nombre de molécules dissoutes (les ions dissociés comptant chacun comme une molécule entière, et agissant d'ailleurs comme tels dans les phénomènes osmotiques). Le point de congélation moyen de la sueur est de $-0^{\circ},237$ (sang $-0^{\circ},45$). Maximum $-0^{\circ},46$, minimum $-0^{\circ},08$.

Le même expérimentateur² a cherché, en collaboration avec Mairet, à résoudre la question controversée de la toxicité de la sueur. La sueur humaine, recueillie aseptiquement sur des individus dont la peau a été préalablement bien nettoyée, peut être injectée dans les veines du lapin en quantité considérable (116 à 361 centimètres cubes par lapin), sans produire d'accidents graves. La sueur peut cependant tuer le lapin si elle est fort diluée : elle tue alors par osmonocivité.

6. *Variations diurnes de la quantité de graisse*. — On connaît la remarquable périodicité diurne que montrent la plupart des fonctions physiologiques.

La valeur des échanges respiratoires, le taux de la température interne, le nombre des pulsations et des respirations, etc., présentent un minimum nocturne et un maximum diurne, et parcourent pendant les vingt-quatre heures un cycle de phases tout à fait typiques. M. J. Gaule³ a signalé un fait tout à fait surprenant qui se rapporte au même ordre d'idées. Les grenouilles présentent, en avant des organes génitaux, des amas de graisse à surface élégamment festonnée. Ces corps adipeux seraient, d'après Gaule, sujets à d'énormes variations diurnes de leur volume. Ils disparaîtraient presque complètement la nuit pour se reformer le jour suivant. L'apparition et la disparition des corps adipeux se poursuivraient ainsi journellement chez la grenouille, même pendant la période de torpeur hivernale. La lumière paraît être le facteur prépondérant qui provoque l'apparition de la graisse dans le corps adipeux, tandis que le séjour dans l'obscurité la fait disparaître. Fait extrêmement curieux, ce n'est pas par l'intermédiaire de l'œil que la lumière agit, car le changement de volume du corps adipeux se produit encore après extirpation des yeux ou section des nerfs optiques.

C'est donc probablement par l'intermédiaire de la peau que la lumière provoque l'émigration journalière de la graisse du corps adipeux.

VI. — SYSTÈME NERVEUX.

1. *Théorie du neurone*. — On considérerait autrefois le tissu nerveux comme constitué par deux espèces d'éléments anatomiques : les cellules et les fibres nerveuses. Dans la comparaison classique, qui assimile le système nerveux d'un animal supérieur au réseau télégraphique d'un grand pays, les cellules nerveuses représentaient les différents bureaux télégraphiques et les nerfs étaient les fils électriques reliant les différents bureaux ou cellules entre elles ou avec la périphérie du corps. Comme on le sait, cette conception du système nerveux est généralement abandonnée aujourd'hui. On n'oppose plus les fibres ou fibrilles nerveuses aux cellules nerveuses : on sait que les fibres et fibrilles nerveuses constituent les prolongements naturels des cellules nerveuses.

Fibres ou fibrilles nerveuses et corps cellulaire ne sont que les parties de l'élément unique du système nerveux que Waldeyer a baptisé du nom de *neurone*.

Le neurone dérive d'une cellule embryonnaire transformée, de manière à présenter des prolongements plus ou moins longs, plus ou moins ramifiés et arborisés (contesté par Apathy). C'est par leurs prolongements juxtaposés, articulés les uns avec les autres, que les différents neurones communiquent les uns avec les autres et que l'influx nerveux passe d'un neurone à l'autre. Si nous voulons reprendre la comparaison énoncée tantôt, nous dirons que l'unité nerveuse c'est le bureau télégraphique (la cellule) avec un certain nombre de bouts de fils télégraphiques (prolongements, fibres nerveuses) attachés par une extrémité au bureau, et se terminant librement par l'autre. Ces extrémités libres se rattacheront par juxtaposition ou autrement aux bouts libres des fils télégraphiques émanant des bureaux voisins.

Malgré les attaques dont la théorie du neurone a été l'objet dans ces dernières années, on peut dire que la conception du neurone comme individualité formée d'un corps cellulaire et de prolongements est sortie triomphante du débat.

Quelle importance faut-il attacher au corps cellulaire dans le fonctionnement du système nerveux ? Faut-il le dépouiller de sa dignité de bureau télégraphique central et faire, au contraire, jouer le rôle important, dans les actes nerveux centraux, aux articulations plus ou moins arborisées par lesquelles les neurones communiquent entre eux ? Dans cette

¹ *C. R.*, CXXXI, p. 844, 1900.

² *C. R. Soc. Biol.*, 1900.

³ *Centralbl. f. Physiol.*, t. XIV, p. 25.

théorie, le corps cellulaire ne jouerait qu'un rôle secondaire, trophique, il n'interviendrait pas dans les actes nerveux proprement dits. Les fibrilles nerveuses des différents prolongements d'un même neurone seraient en continuité les unes avec les autres et l'influx nerveux pourrait passer de l'un à l'autre, sans que le corps de la cellule y prenne une part active.

Bethe a cherché à étayer ces vues théoriques par des expériences directes⁴, exécutées sur le système nerveux relativement simple des Crustacés. Chez le *Carcinus*, l'*Astacus*, etc., les cellules nerveuses motrices de la chaîne ganglionnaire ventrale (analogue, au point de vue de la production des mouvements réflexes, à la moelle épinière des Vertébrés) ont leur corps cellulaire en dehors du ganglion, dans lequel ne plongent que leurs prolongements avec ses ramifications dendritiques. La structure de ces cellules rappelle celle des cellules des ganglions spinaux des Vertébrés, c'est-à-dire que ces cellules sont en apparence unipolaires, leur prolongement unique se ramifiant à une petite distance du corps cellulaire par une division en T en deux prolongements : l'un constituant la fibre nerveuse motrice périphérique, l'autre le prolongement formant le tronc des dendrites.

Bethe réussit, dans plusieurs expériences, à enlever tous les corps cellulaires moteurs d'un ganglion, tout en laissant intacts les prolongements en T. La suppression des corps cellulaires n'empêcha pas les mouvements réflexes de se produire encore pendant un certain temps. La condition *sine qua non* de la production du réflexe, c'est donc, dit Bethe, la continuité entre la fibre nerveuse et les prolongements dendritiques, et nullement la conservation de l'intégrité de la cellule nerveuse. Le corps cellulaire proprement dit ne serait donc pas intercalé, pour Bethe, dans le trajet parcouru par l'influx nerveux.

L'expérience de Bethe a déjà donné lieu de vives controverses : on a fait observer notamment que Bethe n'avait enlevé que le noyau et une partie du protoplasme cellulaire, et que son expérience prouvait seulement que les fonctions des cellules nerveuses pouvaient encore s'exécuter en l'absence du noyau et d'une partie du protoplasme. Cela n'a rien d'étonnant, fait observer Verworn, si l'on considère ce qui se passe dans d'autres cellules dont le protoplasme peut également continuer à fonctionner après l'enlèvement du noyau.

La question de l'amiboïsme et de la plasticité des prolongements des cellules nerveuses est toujours à l'ordre du jour. Elle a donné lieu, dans ces derniers temps, à une série de publications inté-

ressantes, sorties de l'Institut Solvay de Bruxelles et dont une partie a déjà été analysée ici (recherches de Héger, Demoor, Stefanowska, etc.).

Je n'ai pas non plus à revenir sur les théories de Rabl-Rückhard, Lépine, Mathias Duval, etc., qui avaient la prétention de donner une explication rationnelle des phénomènes de sommeil, d'anesthésie, d'inhibition, de mémoire, d'éducation, etc., en partant de la notion de l'amiboïsme des neurones cérébraux. Ces théories sont, jusqu'à présent, restées au stade purement hypothétique.

2. *Cocainisation de la moelle épinière.* — La cocaïne jouit, comme on le sait, de la propriété de paralyser les éléments nerveux avec lesquels on la met en contact. Cette propriété est utilisée depuis plusieurs années par les oculistes pour obtenir l'anesthésie locale de la cornée, par les chirurgiens pour obtenir celle de la peau, etc. Les physiologistes y ont eu souvent recours : ainsi, Aducco avait cherché à résoudre la question controversée de la localisation des centres respiratoires dans la moelle allongée, en badigeonnant la surface du bulbe au moyen d'une solution de cocaïne : la cocaïne, pénétrant peu à peu dans la profondeur, provoquait un ralentissement, puis un arrêt complet des mouvements respiratoires. Les résultats de l'expérience sont ici d'accord avec la théorie classique, qui place dans le bulbe le *primum movens* des mouvements respiratoires. En 1899, Sicard a obtenu l'anesthésie de l'arrière-train chez le chien par une injection de cocaïne dans le canal vertébral. La méthode a été reprise par les chirurgiens Bier, Tuffier, etc., et a déjà été appliquée chez l'homme un grand nombre de fois.

La solution de chlorhydrate de cocaïne (stérilisée par un chauffage à + 60°) est injectée, au moyen d'une seringue à canule piquante, dans le liquide cérébro-spinal qui entoure la queue de cheval dans la région lombaire. On enfonce la pointe de la canule au niveau d'une ligne qui joint les épines iliaques supérieures, de manière à pénétrer entre la 4^e et la 5^e vertèbre lombaire, à travers la peau, les muscles, les ligaments et la dure-mère jusque dans le liquide cérébro-spinal.

Il se produit presque immédiatement une anesthésie complète des membres inférieurs, du bassin et d'une partie des organes abdominaux, sans que le fonctionnement de l'encéphale ni de la partie supérieure de la moelle soit compromis, et avec conservation (au moins partielle) de la motilité, même dans la région anesthésiée. Tuffier et Hallion¹ ont montré que la cocaïne porte son action pour ainsi dire exclusivement sur les racines

⁴ *Biol. Centralbl.*, t. XVIII, p. 843.

¹ *C. R. Soc. Biol.*, t. 1900, p. 1855.

rachidiennes. Les racines sensibles sont beaucoup plus fortement atteintes que les racines motrices.

On sait que ce procédé de cocaïnisation a été employé avec succès comme anesthésique dans un grand nombre de cas d'opérations chirurgicales, de névralgies rebelles, d'accouchements difficiles ou même physiologiques, etc. .

Les médecins discutent les avantages et les inconvénients de cette nouvelle méthode, comparativement à l'anesthésie chloroformique.

3. *Organes des sens des chauves-souris.* — R. Rollinat et E. Trouessart¹ ont repris les anciennes expériences de Spallanzani sur la faculté que présentent les chauves-souris de se mouvoir avec rapidité dans l'obscurité la plus complète, tout en évitant les obstacles variés placés sur leur route dans un but d'expérience.

La faculté qui avertit la chauve-souris de l'approche d'un obstacle n'est pas localisée dans tel ou tel organe des sens; elle résulte du concours des sensations fournies par plusieurs de ces organes, surtout par ceux de l'ouïe et du toucher (membrane alaire, expansions nasales, pavillon de l'oreille).

4. *Canaux semi-circulaires.* — De Cyon² s'occupe depuis de longues années des fonctions des canaux semi-circulaires. Ses recherches l'ont conduit à considérer ces canaux comme les organes périphériques du sens de l'espace: « Ils servent chez les animaux à l'orientation dans l'espace, et chez l'homme, en outre, à la formation de la notion d'un espace à trois dimensions sur lequel nous transportons nos impressions visuelles et tactiles et autres³ ».

Les trois paires de canaux semi-circulaires, dit de Cyon, situés dans les trois plans de l'espace, nous permettent de nous orienter dans les trois directions: donc, les animaux qui ne possèdent que deux paires de canaux semi-circulaires ne devraient se mouvoir que dans deux directions de l'espace; ceux à une paire, que dans une seule direction.

Les expériences faites sur les lamproies, qui se trouvent dans le premier de ces cas, avaient pleinement confirmé cette prévision.

M. Rawitz⁴ a découvert que les souris japonaises, de la variété dite *dausante*, ne possèdent qu'une seule paire de canaux semi-circulaires en parfait état de fonctionnement, celle des *verticaux supérieurs*. Les deux autres paires ne se trouvent qu'à l'état rudimentaire. Ces souris sont douées d'une mobilité extrême. Elles sont constamment en mouvement, avancent en zigzag et exécutent avec grâce une danse tournante qui rappelle la valse.

De Cyon a étudié le mécanisme du mouvement de ces animaux ne possédant qu'une seule paire de canaux semi-circulaires, et a trouvé que les résultats de cette étude cadraient parfaitement avec sa théorie. Il les formule de la façon suivante:

« 1° Les souris japonaises ne sont aptes à se mouvoir que dans une seule direction, à droite ou à gauche; quand elles persistent dans un de ces mouvements, elles tournent en cercle (mouvement de manège). Il leur est impossible de marcher droit (en avant ou en arrière) ou de se mouvoir dans le sens vertical. Ces souris ne connaissent qu'un espace à une dimension.

« 2° La danse à laquelle elle s'adonnent avec passion et constamment, en dehors de leurs repas et de leur sommeil, n'est pas un mouvement forcé. Les souris peuvent l'interrompre et le reprendre à volonté. Cette danse est une valse à plusieurs figures, dont plusieurs s'exécutent avec une rapidité vertigineuse.

« 3° L'aveuglement subit des souris japonaises provoque chez elles, immédiatement et avec une rare violence, tous les phénomènes de *Flourens*, qui suivent la destruction simultanée des six canaux semi-circulaires.

« 4° La rapidité extrême avec laquelle les souris exécutent pendant des heures des mouvements de rotation sur place autour d'un axe vertical (plus de trois mouvements à la seconde) ne provoque chez elles aucun vertige; et cela en conformité avec la théorie que le vertige visuel est dû à un désaccord entre l'espace idéal (subjectif) provenant du labyrinthe, et l'espace visuel (objectif). Les sourds-muets, auxquels manquent les canaux semi-circulaires, ne connaissent pas non plus le vertige visuel ».

Léon Fredericq,
Professeur de Physiologie
à l'Université de Liège.

¹ *C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 604.

² *Arch. f. d. g. Physiol.*, t. LXXIX, p. 211, 1900.

³ *Livre jubil. Soc. Biol.*, p. 344.

⁴ *Arch. f. Physiol.*, 1899.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Laussedat (Colonel A.), *Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Conservatoire des Arts et Métiers.* — Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques. *Tome II, Première partie: Iconométrie et Métrophotographie.* — 1 vol. in-8° de 198 pages, avec 51 figures et 15 planches. (Prix: 10 fr.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1901.

Après avoir indiqué les origines de l'Iconométrie, l'ancien Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers passe en revue les premières tentatives faites pour utiliser la photographie dans les reconnaissances topographiques et géologiques. Ces essais remontent à 1853. Effectivement, durant le siège de Sébastopol, des photographes français et anglais cherchèrent à prendre des vues des travaux de défense des Russes. Deux ans plus tard, le colonel Langlois se rendit sur les lieux pour composer un panorama militaire, puis, après une visite aux positions occupées par les armées, il leva des plans à l'aide d'appareils photographiques. En 1858, un ancien officier du génie, Aimé Civiale, appliqua l'invention de Daguerre à l'étude de la constitution physique et géologique des Pyrénées et des Alpes. A la même époque, Nadar photographia, du haut de la nacelle du ballon captif de Godard, l'Arc-de-Triomphe, à Paris.

C'étaient là d'intéressants débuts, mais il fallait démontrer les propriétés et les avantages des images sur tableau plan, faire appel aux principes généraux de la perspective pour tirer des procédés métrophotographiques tout ce qu'ils semblent susceptibles de donner. L'auteur de cet ouvrage y contribua plus que quiconque. Il substitua d'abord, pour les opérations faites à terre, aux dessins à vue toujours plus ou moins incorrects, des images rigoureusement géométriques, tracées au moyen de la *chambre claire* sur un tableau plan vertical et dans une position parfaitement déterminée par rapport au point de vue. Enfin, en 1859, il réalisa la première *chambre noire topographique*, qui lui permit d'obtenir des vues photographiques représentant des perspectives géométriques du terrain ayant le centre de l'objectif pour point de vue. Dès lors, la *métrophotographie* entra dans le domaine de la pratique. L'usage suggéra de multiples modifications aux *photothéodolites* imaginés pour répondre aux desiderata formulés, et les instruments primitifs sont devenus aujourd'hui d'une grande simplicité et d'une précision remarquable.

Le colonel Laussedat décrit dans les dernières pages de ce fascicule (dont l'intérêt fait vivement désirer la suite) les dispositions générales adoptées par les constructeurs et les circonstances dans lesquelles on peut avoir à opérer. JACQUES BOYER.

Engel (Friedrich). — **Sophus Lie.** — 1 broch. in-8° de 41 pages. Teubner, éditeur, Leipzig, 1901.

Nos lecteurs mathématiciens liront avec plaisir cette plaquette consacrée à l'un des plus grands mathématiciens du siècle qui vient de s'achever, l'illustre analyste Sophus Lie. Ils y trouveront, en même temps qu'une courte biographie, la bibliographie complète de ses importants travaux.

Rollet (P.), *Professeur à l'École nationale d'Arts et Métiers d'Aix*, et **Foubert** (E.), *Professeur à l'École primaire supérieure de Lille.* — **Cours d'Algèbre, pour les Écoles primaires supérieures et professionnelles, et pour la préparation aux Arts et Métiers.** — 1 vol. in-12 de 400 pages. (Prix, cartonné: 3 fr.) Félix Alcan, éditeur, Paris, 1901.

2° Sciences physiques

Larmor (Joseph), *Membre de la Société Royale de Londres, Fellow du Collège Saint-John à Cambridge.* — **Aether and Matter. A development of the Dynamical Relations of the Aether to Material Systems on the basis of the Atomic constitution of Matter.** — 1 vol. in-8° de 365 pages. (Prix: 12 fr. 50.) University Press, Cambridge, 1901.

Le titre complet de l'ouvrage de M. Larmor est le suivant: « Éther et Matière, développement des relations dynamiques de l'éther et des systèmes matériels, fondé sur la constitution atomique de la matière, contenant une discussion de l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes optiques. »

Pendant longtemps, c'est seulement à propos de questions d'Optique pure que les physiciens étaient conduits à examiner les relations entre l'éther et la matière ordinaire. En particulier, l'étude de ces relations s'est imposée quand on a cherché à expliquer l'aberration de la lumière et les résultats des recherches expérimentales sur des sujets connexes. Une partie importante de l'ouvrage de M. Larmor, comme l'indique le titre lui-même, se rapporte à ce sujet.

Mais les idées actuelles sur l'électricité et la lumière ont permis de rattacher à l'étude des relations de l'éther et de la matière, non seulement les phénomènes électro-optiques, mais des phénomènes purement électriques. L'ouvrage de M. Larmor est, en réalité, un essai de théorie générale où il étudie, non seulement l'optique des milieux en repos ou en mouvement, mais un nombre considérable de faits ou de théories se rattachant à d'autres branches de la Science.

L'hypothèse fondamentale est celle de la constitution « atomique » de la matière: il faudrait dire plutôt « corpusculaire »; car les corpuscules matériels, chargés d'électricité, les *électrons*, sont distincts, comme on sait, des atomes des chimistes, qui sont des édifices plus complexes. Dans les Mémoires antérieurs de M. Larmor (*Philos. Transactions*, 1894 à 1897), cette notion des électrons avait été introduite d'une façon secondaire et pouvait même passer inaperçue: cette fois, M. Larmor en fait une notion fondamentale et la fait intervenir à propos de tous les sujets qu'il aborde. A ce titre, l'« Essai » de M. Larmor vient prendre sa place à côté des travaux de M. Lorentz, dont l'importance a surtout été reconnue le jour où Zeeman en a fait la brillante application que l'on sait. Il doit aussi être rapproché des travaux de Wien, Riecke, Drude, J.-J. Thomson, etc..., auxquels M. Brillouin a consacré, cette année, ses leçons au Collège de France.

Dans l'introduction qui précède son ouvrage, M. Larmor a indiqué brièvement la marche qu'il suit. La *première section* contient une revue historique rapide des recherches sur l'aberration de la lumière et les sujets qui s'y rattachent, puis un exposé général, au point de vue cinématique, de la propagation des ondes et des rayons dans un milieu en mouvement.

Dans la *deuxième section*, après avoir déduit les équations de Maxwell, pour l'éther libre, de l'application du principe de la moindre action, M. Larmor introduit la considération des électrons et l'applique à la théorie d'un certain nombre de questions d'Electrodynamique et d'Optique. Puis, il examine l'influence du mouvement de la matière: l'hypothèse fondamentale est que l'éther reste en repos, malgré le mouvement de la matière qui le traverse, et que ses propriétés ne sont modifiées que par le mouvement des particules électrisées que la matière entraîne. Il explique ainsi l'aberration et les au-

tres résultats d'expériences, en ne tenant compte d'abord que des termes du premier ordre. Sur ces points, l'auteur est d'accord avec Lorentz, au moins pour les idées fondamentales.

Dans la *troisième section* se trouve une discussion plus approfondie de l'influence du mouvement de la matière sur l'éther. L'atome matériel est supposé uniquement formé d'électrons positifs ou négatifs en mouvement, et les forces interatomiques sont, pour la plus grande part au moins, supposées d'origine électrique. Les atomes ainsi constitués forment des systèmes indépendants dont les positions relatives ne sont pas altérées par le mouvement. Ces hypothèses permettent d'établir, entre les configurations d'un système en repos et en mouvement, des relations qui permettent de tenir compte de termes de l'ordre du carré de l'aberration, et de rendre compte ainsi des expériences de Michelson et Morley.

Dans la *quatrième section*, M. Larmor s'occupe des phénomènes de polarisation rotatoire ordinaire et magnétique, et montre que le mouvement de la Terre ne doit pas les affecter, conformément aux expériences de M. Mascart et contrairement aux résultats théoriques de M. Lorentz.

La *cinquième section* est consacrée à l'émission des radiations. M. Larmor cherche à expliquer pourquoi l'émission, produite par les mouvements oscillatoires des électrons, n'apparaît que lorsque les molécules sont violemment agitées, et examine, ici encore, l'influence du mouvement de la source. Enfin, il étudie les questions relatives au rôle du spectroscope, à la constitution de la lumière blanche et des rayons de Röntgen, à la régularité du mouvement lumineux.

L'ouvrage proprement dit est suivi d'un appendice d'une centaine de pages. Voici les titres des chapitres : Principes de la théorie de la polarité électrique et magnétique ; Sur le but d'une explication mécanique et sur l'idée de force ; Sur l'électrolyse et les courants de conduction ; Développement historique de la théorie atomique et de la théorie de l'éther ; Modes de représentation de l'activité de l'éther ; Influence du magnétisme sur la radiation.

Le deuxième chapitre s'adresse à tous ceux qui s'intéressent aux principes généraux de la Mécanique ; le quatrième est formé de citations empruntées à divers auteurs, de Fermat à Lord Kelvin.

A. C.

Oechsner de Coninck. — *La Chimie de l'Uranium.* — 1 broch. in-8 de 24 pages. Firmin et Montane, éditeurs. Montpellier, 1901.

Au moment où les rayons uraniques attirent si légitimement l'attention même du grand public et continuent d'exercer la sagacité des physiciens, on sera particulièrement reconnaissant à M. Oechsner de Coninck de nous offrir aujourd'hui une bibliographie complète des travaux consacrés à la chimie de l'Uranium.

Son opuscule contient, d'ailleurs, plus que des indications bibliographiques, l'auteur y ayant joint de très précises indications sur les résultats des principaux Mémoires qu'il a énumérés.

3° Sciences naturelles

Van den Broeck (Ernest). — *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la Géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires.* — 1 brochure in-8°, de 478 pages avec 12 figures. Extrait du Bull. Soc. Belge Géol., Pal. et Hydr., t. XI, fasc. 10, avril 1901.

Dans cette brochure, l'auteur a réuni des documents relatifs au mode de pénétration et de circulation de l'eau dans les terrains calcaires. Si les géologues sont suffisamment édifiés, surtout depuis les études de M. Martel, sur le régime des eaux souterraines dans les régions calcaires, il n'était pas inutile de grouper pour les

techniciens les multiples arguments qui démontrent une situation toute différente de celle des terrains perméables. M. Van den Broeck, qui a exercé une très heureuse influence sur le rôle de la Géologie dans l'étude préliminaire des projets d'adduction d'eau, a réellement constitué dans ce travail un dossier hydrologique des terrains calcaires. Les géologues y trouveront groupées d'intéressantes indications et les ingénieurs pourront y puiser des renseignements d'une grande utilité pratique.

A. BÉOT.

Professeur à l'Université de Caen.

Forel (F.-A.) et **Sarasin** (Ed.). — *Les Oscillations des Lacs.* — 1 brochure in-8° de 15 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Sarasin (Ed.). — *Les Oscillations du Lac des Quatre-Cantons.* 1 brochure in-8° de 12 pages, avec 3 planches. Eggimann et C^{ie}, éditeurs. Genève, 1901.

On sait que toute masse d'eau est, par sa nature même, essentiellement mobile et réagit avec la plus grande sensibilité aux moindres impulsions qui lui viennent du dehors. Il en est ainsi de l'eau d'un lac, qui, même sous l'apparence du plus grand calme, est toujours en mouvement et présente continuellement des dénivellations plus ou moins marquées.

Ces mouvements sont de deux sortes : les uns, rapides et superficiels, les *vagues*, facilement visibles pour tous ; les autres, lents, profonds, affectant toute la masse de l'eau. Ces derniers sont depuis longtemps connus à Genève sous le nom de *seiches*.

C'est à l'étude de ces mouvements dans les divers lacs de la Suisse que se sont employés MM. Forel et Sarasin, et c'est le résultat de leurs patientes observations qu'ils ont consigné dans les deux brochures ci-dessus.

Disons en terminant que, pour M. Forel, les *seiches* seraient « un mouvement de balancement de part et d'autre d'un axe médian ».

MARIUS PERRIN.

L'Année biologique, publiée sous la direction de **Y. Delage**. 4^e année, 1898. — 1 vol. in-8° de 847 pages. (Prix : 48 fr.) Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1901.

Au premier volume de l'*Année biologique*, publié en 1897 par M. Delage avec la collaboration d'un comité de rédacteurs, et présenté aux lecteurs de cette *Revue* par le Dr H. Beauregard¹, sont venus s'ajouter successivement les volumes de 1898, de 1899 et de 1900. Ainsi s'est constituée une œuvre considérable, dont on ne saurait méconnaître la valeur et l'utilité.

Le volume que voici n'est pas moins important que les précédents. Il se rapporte aux travaux parus en 1898. Suivant la méthode adoptée dès l'origine, tout chapitre comprend, outre un index bibliographique et de nombreuses analyses, un aperçu des progrès réalisés dans l'année. Ces résumés, très clairs, mettent en lumière les Mémoires les plus importants et constituent, par leur ensemble, une esquisse rapide du mouvement de la Biologie générale.

Pour donner une idée de l'intérêt de ce quatrième volume, nous nous bornerons à mentionner les principaux chapitres qui ont été l'objet d'analyses importantes. Le chapitre I est un résumé très complet de nos connaissances nouvellement acquises sur la cellule ; toutes les recherches récentes de Cytologie, notamment celles qui sont relatives au centrosome, sont analysées en détail. Le chapitre II concerne les produits sexuels et la fécondation ; la question de la spermatogénèse y est particulièrement étudiée. Dans les chapitres suivants, les travaux sur la parthénogénèse, la reproduction asexuelle, l'ontogénèse, la térotogénèse, la régénération et la greffe, le sexe, la corrélation, la mort et le

¹ *Rev. gén. des Sc.*, t. IX, p. 299.

plasma germinatif sont successivement passés en revue. Le chapitre xiv est consacré à la morphologie et — surtout — à la physiologie générales. Les chapitres suivants sont relatifs à l'hérédité, à la variation, à l'origine des espèces, à la distribution géographique des êtres; ils sont tous richement documentés. Le chapitre xix, le plus important de l'ouvrage, est divisé en deux parties, dont l'une contient un exposé des travaux publiés en 1898 sur la structure et les fonctions de la cellule nerveuse, des centres nerveux et des organes des sens; la seconde partie, relative aux processus psychiques, ne présente pas moins d'intérêt pour le philosophe que pour le physiologiste et le médecin.

La table analytique qui termine le volume contribue à rendre les recherches faciles et rapides, malgré l'abondance des matériaux accumulés.

Comme on le voit, ce volume ne diffère pas d'une façon sensible des précédents. Ceux-ci, pourtant, contenaient, annexés à certains chapitres, de véritables articles originaux destinés à mettre au point quelques-unes des grandes questions à l'ordre du jour. On pourrait regretter la disparition de ces excellentes revues générales si, en raison du développement considérable de l'ouvrage, il n'avait été préférable de les sacrifier que de diminuer le nombre ou l'étendue des analyses. Un des grands avantages que présente cette publication et qu'on espère retrouver dans les prochains volumes, est, en effet, de fournir au lecteur des analyses assez détaillées pour le dispenser, dans bien des cas, de recourir aux originaux: ce ne sont pas de simples indications bibliographiques, ce sont des résumés complets donnant, outre les conclusions des Mémoires, un exposé des faits nouveaux ou des théories qu'ils renferment.

On remarquera l'espace réservé au système nerveux et aux fonctions mentales, qui font l'objet d'un chapitre spécial de 248 pages, tandis que les autres systèmes et fonctions — sauf la reproduction — sont confondus dans le chapitre de morphologie et physiologie générales, et l'on se demandera peut-être pourquoi, parmi les recherches descriptives relatives à la structure des organes, celles qui concernent les organes nerveux sont seules analysées en détail. Mais il faut tenir compte du but que s'est proposé le fondateur de l'*Année biologique*: « Trier les seuls Mémoires où il est question des phénomènes généraux de la Biologie et ceux surtout où l'on cherche à fournir l'explication, à donner la cause des faits décrits ». Ce programme oblige à repousser les investigations purement descriptives et, d'autre part, à accueillir, en ce qui concerne la vie psychique, toutes les tentatives d'explication des actes intellectuels par la constitution des organes qui en sont le siège ou les agents.

Tel qu'il est, cet ouvrage est conforme au plan développé par M. Delage dans la préface du premier volume. Tous les grands problèmes de la Biologie qui ont été discutés dans l'année, tous les faits qui présentent un intérêt général, y sont successivement exposés, à l'exclusion des recherches spéciales et des monographies.

Les faits de détail et de morphologie pure ne rentrent pas dans le cadre de cette publication, largement ouverte aux recherches expérimentales et aux considérations théoriques qui tendent à l'explication des phénomènes vitaux.

Inspiré par ces idées, qui caractérisent la direction nouvelle des études biologiques, ce recueil, unique en France, — et même à l'étranger, — rendra d'inappréciables services à tout biologiste soucieux de se tenir au courant des progrès de la Science. L'impatience avec laquelle l'apparition de chaque volume est attendue est l'indice de l'incontestable utilité de cette publication et de l'estime dans laquelle on la tient.

Dr P. VIGIER,
Préparateur-adjoint d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Paris.

Catois (Eugène), *Professeur à l'Université de Caen.*
— Recherches sur l'Histologie et l'Anatomie microscopique de l'Encéphale chez les Poissons (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 vol. in-8 de 168 pages, avec 10 planches hors texte. L. Daniel, imprimeur. Lille, 1901.

La thèse présentée par M. Catois est une étude très travaillée sur l'encéphale des Poissons, envisagé aux points de vue histologique et anatomo-microscopique. Indépendamment de l'histoire et de la technique, le travail comprend deux parties principales, l'une histologique, l'autre anatomo-microscopique, d'ailleurs inégalement développées.

La partie anatomo-microscopique, qui ne se prête pas à une analyse à cause de son caractère purement descriptif, l'emporte de beaucoup sur l'autre. Elle est illustrée par plusieurs planches représentant dans leur ensemble les ganglions et les trajets fibreux du Téléncéphale, du Diencéphale et du Mésencéphale chez les Téléostéens et les Sélaciens; un paragraphe spécial est consacré à l'étude du Mésencéphale et à la difficile question du cervelet des Poissons. Cette description anatomo-microscopique offre une valeur documentaire considérable.

La partie histologique du travail a reçu des développements moindres. Les résultats rapportés par l'auteur dans cette partie ont trait d'une part à la forme et aux rapports, d'autre part à la structure des éléments nerveux et autres de l'encéphale.

Sur le premier point, et spécialement sur la forme des cellules nerveuses, il est à noter qu'en général la différenciation de l'axone est moins accusée et que les dendrites sont moins abondamment ramifiées chez les Poissons que chez les Vertébrés supérieurs; les cellules psychiques ou cellules pyramidales de l'écorce cérébrale, par exemple, ne présentent pas chez les Sélaciens la forme différenciée si caractéristique qu'elles offrent ailleurs, et ne sont représentées que par des éléments indifféremment multipolaires.

Quant aux rapports des éléments nerveux entre eux, ils ne sont pas étudiés, par la raison bien simple que l'auteur ne soupçonne pas qu'ils puissent être autrement que conformes à la théorie du neurone, tant est grande sans doute la confiance qu'il a dans cette théorie et dans les méthodes d'investigation sur lesquelles elle repose. Il n'y a pas de doute, en effet, que ces méthodes ne montreront jamais que des faits nouveaux venant toujours à l'appui de la théorie, puisque celle-ci est née de faits analogues dus aux mêmes méthodes. Pour pouvoir aujourd'hui décerner le titre de « recherches historiques » au chapitre histologique d'un travail consacré comme celui-ci à l'étude du système nerveux, la première condition est qu'il y ait véritablement recherche, c'est-à-dire que, par l'emploi des méthodes très diverses déjà en usage, et au besoin de méthodes nouvelles et originales, on se propose d'éprouver l'exactitude des faits déjà produits et la valeur des théories en cours, et qu'on ne s'affranchisse pas du devoir obligatoire d'examiner comparativement et de critiquer. C'est faute de pratiquer cet examen critique, en matière de système nerveux, et c'est pour accepter les yeux fermés une théorie dogmatiquement établie, que l'histologie risquera fort de rester « impuissante à donner la solution du problème » (du problème physiologique du système nerveux), et que, suivant la prédiction même de Ramon y Cajal (cité par l'auteur), « l'achèvement complet de l'édifice de la névrologie nécessitera encore un labeur de plusieurs siècles ». Tout ceci, bien entendu, ne s'adresse pas spécialement à ce travail, mais en général à tous ceux qui, conçus dans le même esprit, s'inspirent d'un dogmatisme trop facile et par cela même dangereux, et sont néanmoins des travaux le plus souvent fort estimés.

Quant au chapitre consacré à la structure des éléments nerveux, il est moins important que le précé-

dent; il renferme des documents intéressants relativement aux fibres nerveuses et aux cellules de soutien, mais il est extrêmement réduit pour ce qui est de la cytologie des cellules nerveuses.

En somme, si, dans la partie histologique, ce travail n'est pas devenu une véritable contribution à l'histologie du système nerveux, en s'élevant au-dessus de la description pure, et surtout en s'affranchissant de toute idée préconçue sur les rapports des éléments nerveux, du moins est-il, par sa partie anatomo-microscopique, qui est très riche en faits et qui précise sur beaucoup de points la texture de l'encéphale des Poissons, un excellent Mémoire descriptif, d'une valeur anatomique et zoologique considérable, et dont les résultats très précis prouvent l'habileté du technicien et la sagacité de l'observateur.

A. PRENANT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Hartmann (Henri), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine. — Chirurgie gastro-intestinale. — 1 vol. in-8° de 134 pages avec figures. (Prix: 8 fr.) G. Steinhil, éditeur. Paris, 1901.*

H. Hartmann est avec Chapat, Doyen, Quénu, Terrier, Tuffier, un des chirurgiens parisiens qui se sont le plus occupés des questions de chirurgie gastrique et de chirurgie intestinale.

Il a déjà publié sur ce sujet de beaux ouvrages : un livre avec Terrier sur la Chirurgie de l'estomac, un autre avec Quénu sur la Chirurgie du rectum.

Dans son nouveau livre, il le complète, et surtout il condense ses travaux antérieurs.

L'ouvrage se divise en six leçons essentiellement pratiques; l'auteur ne noie pas son lecteur dans les renseignements bibliographiques et les aperçus historiques; en historique, il ne donne que les points essentiels; avant tout et surtout il expose la manière de faire, il décrit les procédés qui lui ont paru les meilleurs. La description de chaque opération est suivie de l'étude de ses résultats et de la discussion de ses indications. On voit dans tout le livre le souci de la précision dans les détails opératoires, de la netteté dans les indications thérapeutiques.

La première leçon est consacrée à l'anatomie de l'estomac, à l'examen clinique d'un estomac, à la technique générale des anastomoses entre deux organes creux.

Dans ce chapitre, on trouve le résumé des travaux de Cunéo sur les lymphatiques de l'estomac, travaux indispensables à connaître pour tout opérateur qui s'occupe de chirurgie gastrique.

La deuxième leçon traite d'une des plus importantes opérations sur l'estomac, de la gastro-entérostomie. L'auteur trace brièvement l'histoire de cette opération; il décrit surtout la gastro-entérostomie postérieure de von Hacker, qu'il considère comme le procédé de choix.

La troisième leçon est celle qui nous a le plus intéressé; elle contient une excellente étude des diverses variétés de gastrorectomies. Hartmann fixe les conditions indispensables pour obtenir, dans les opérations de ce genre, une guérison complète et durable; il décrit le procédé qu'il emploie dans les résections stomacales.

Dans la quatrième leçon sont exposées diverses opérations qui sont, pour la plupart, d'un intérêt secondaire. Il n'est pas certain que la dilatation du pylore, la pyloroplastie, la gastrorrhaphie, la gastropexie soient des opérations destinées à rester dans la pratique chirurgicale; il était difficile néanmoins de les passer sous silence.

Le traitement des lésions traumatiques de l'intestin, les divers procédés d'entérectomie, l'entéro-anastomose, l'excision de l'intestin forment le sujet de la cinquième leçon.

La sixième leçon renferme la description de l'entéro-

tomie de Nélaton, de la typhlotomie, de la colostomie iliaque et de la colostomie lombaire.

La septième leçon est réservée à la question de l'ablation des cancers du rectum; après avoir cité les principaux procédés, Hartmann considère comme la voie la meilleure pour enlever un cancer du rectum l'ancienne voie périnéale, modifiée et améliorée. Il décrit le manuel opératoire de l'ablation périnéale du rectum.

L'auteur termine son ouvrage par une sorte d'addendum consacré à la gastrostomie, et par l'exposé de sa statistique personnelle des opérations pratiquées sur l'estomac pendant les années 1898, 1899, 1900.

De cette statistique, il résulte, pour l'auteur, que le succès dépend en grande partie de la précocité de l'intervention; savoir poser à temps l'indication thérapeutique est, pour lui, un point d'une importance capitale.

Le livre de H. Hartmann est, avant tout, un livre d'enseignement; dans l'avant-propos, l'auteur met en relief l'idée directrice qu'il voudrait inculquer aux jeunes chirurgiens; c'est que : *comme la chirurgie des membres, la chirurgie des viscères doit être régie par l'anatomie de la région sur laquelle on opère*. Ces temps derniers, deux des professeurs de l'École nous ont donné à ce point de vue des travaux extrêmement utiles; Fredet s'est consacré à l'étude des vaisseaux de l'utérus; Cunéo, à l'étude des lymphatiques de l'estomac; souhaitons que cet exemple soit suivi. Un bon anatomiste n'est pas nécessairement un bon chirurgien, mais l'Anatomie est une des plus utiles servantes de la Chirurgie.

Le livre de H. Hartmann est bien édité, bien illustré. On y trouve les magnifiques dessins de Leuba consacrés aux lymphatiques de l'estomac, quelques figures plus ou moins schématiques de Devy, et, en très grand nombre, les planches très claires de Warine; les dessins de Warine manquent un peu de souplesse; mais ils témoignent d'une grande conscience et d'un très réel talent. Pour illustrer un livre de technique chirurgicale, l'illustration par la photographie est déféctueuse. Le dessin est aussi fidèle et infiniment plus clair.

P. DESFOSSES.

5° Sciences diverses

Finot (Jean). — *La Philosophie de la Longévité. — 1 vol. in-8° de 332 pages. (Prix: 5 fr.) Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1901.*

Sous ce titre, M. Jean Finot, directeur de *La Revue* (ancienne *Revue des Revues*), vient de faire paraître un ouvrage de forme un peu romantique, mélange de faits et d'hypothèses sur le problème de la Mort.

Sans doute, beaucoup, parmi les idées qu'émet l'auteur, ne sont guère susceptibles, au moins actuellement, d'être scientifiquement démontrées; mais les questions qu'il agit et que s'est de tout temps posées l'humanité, semblent, à l'heure présente, comme remises à l'ordre du jour à la suite des beaux travaux d'un illustre collaborateur de la *Revue générale des Sciences*, M. Metchnikoff, sur ce qu'on pourrait appeler l'éloignement progressif de la vieillesse.

M. Finot passe en revue, dans son livre, des sujets bien divers, dont plusieurs sont tout au moins tangents à la science positive, et, par la façon même dont il les expose, paraît, en vérité, les rajeunir.

Après avoir indiqué les faits qui tendent à prouver que la vie humaine ne cesse d'augmenter, il se pose l'éternel problème de la guérison de la vieillesse et considère tour à tour les différentes conceptions que l'esprit humain s'est faites de la pérennité de la vie et de la survivance de la personnalité.

Si son livre ne convainc pas toujours le lecteur, il a, du moins, le mérite de l'inciter à penser. Ajoutons qu'il est écrit d'un style alerte et avec une clarté qui rendent attrayantes des spéculations, d'un caractère ordinairement fort aride.

M. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Juillet 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ch. André a poursuivi ses recherches sur la variation lumineuse de la planète Eros. Depuis le 29 mars, les minima successifs d'ordre pair et impair se produisent à des intervalles de temps sensiblement égaux. — M. A. Demoulin montre que la principale difficulté du problème de la recherche des surfaces susceptibles d'une déformation continue avec conservation d'un système conjugué consiste dans l'intégration d'une équation aux dérivées partielles qui, dans le cas général, est du quatrième ordre, et, dans les cas particuliers, du troisième ou du deuxième ordre. — M. H. Dulac étudie les intégrales analytiques des équations différentielles du premier ordre et de degré quelconque dans le voisinage de certaines valeurs singulières. — MM. Eug. et Fr. Cosserat poursuivent l'étude de la déformation infiniment petite d'un corps élastique soumis à des forces données. — MM. C. Chéneveau et G. Cartaud ont photographié les ondes produites, sous l'influence de vibrations, à la surface des liquides contenus dans des cuvettes de formes variées. Les figures ne sont pas sensiblement influencées par la nature et l'inclinaison des parois. — M. J. Boussinesq, recherchant le pouvoir refroidissant d'un courant liquide ou gazeux, montre que le flux F , émis par l'unité d'aire du corps chauffé immergé dans le courant, est proportionnel à l'excès moyen θ de température du corps et à la racine carrée du produit de la conductibilité K du courant par la capacité calorifique C de son unité de volume et par sa vitesse v .

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. P. Curie et A. Debierne indiquent divers procédés pour communiquer les propriétés radio-actives à l'eau distillée; mais cette radio-activité disparaît au bout de quelques jours en vase ouvert ou fermé. Les dissolutions de sels de radium perdent également peu à peu leur activité à l'air libre, mais ils la recouvrent ensuite en tubes scellés. — M. H. Stassano apporte des faits nouveaux à l'appui de l'hypothèse de De la Rive, qui attribue à l'évaporation équatoriale l'origine de l'électricité des aurores polaires. — M. L. Décombe explique la continuité des spectres dus aux solides et aux liquides incandescents, formés pourtant de molécules finies, par la considération des phénomènes qui se passeraient dans la couche superficielle. Son interprétation conduit à une nouvelle évaluation de l'intervalle moléculaire moyen, qui concorde avec celles obtenues par d'autres méthodes. — M. G. Gouy a étudié l'action électrocapillaire des molécules non dissociées en ions. Les courbes électrocapillaires des corps organiques sont très variées; le sens de l'effet du corps organique est toujours une dépression ou diminution de h , surtout marquée vers le milieu de la courbe; elle tend à s'annuler en s'approchant des extrémités. — MM. Massol et Maldés ont constaté que les dissolutions obtenues avec un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de soude (les deux sels étant en excès) présentent une composition invariable aux températures peu élevées, ainsi que l'avait observé Rudorff; mais, dès que la température est suffisante pour que la modification sulfate de soude anhydre puisse prendre naissance, la composition de la dissolution varie avec les proportions relatives des deux sels mis en présence. — M. C. Matignon a déterminé les principales constantes physiques du chlorure de néodyme; il a signalé un nouvel hydrate $NdCl_3 \cdot H_2O$ et donné une méthode de préparation simple par le chlorure de néodyme anhy-

dre; enfin, il a démontré que le néodyme est trivalent dans son chlorure. — M. L. Guillet a isolé, dans la réduction de l'acide molybdique par l'aluminium, cinq combinaisons correspondant aux formules Al^3Mo , Al^2Mo , Al^2Mo , $AlMo$, $AlMo^2$ et, enfin, un composé très riche en molybdène qui semble correspondre à $AlMo^3$. — M. Jean Sterba, par des essais de cristallisations de l'oxyde de cérium à différentes températures, a toujours obtenu ce corps en cubes ou cubo-octaèdres, isotropes, incolores et transparents, mais dont la densité variait suivant la température de cristallisation. — M. C. Chabrié a extrait le cæsium du pollux en attaquant une partie de ce minéral par 100 parties d'acide fluorhydrique, puis en transformant les fluorures en carbonates. L'auteur a préparé divers sels de cæsium: sulfites, hyposulfite et hyposulfate. — M. M. Delage poursuit l'étude des acides pyrogallolmono- et disulfoniques; il a préparé leurs sels de sodium, potassium et ammonium et indiqué les conditions de leur dosage alcalimétrique. — M. Marcel Guerbet, en faisant réagir l'alcool éthylique sur l'éthylate de baryte à 230°-240°, a obtenu une petite quantité d'alcool butylique normal; la réaction est lente et ne donne que de faibles rendements. — MM. E. Bourquelot et H. Hérissey ont reconnu qu'il y a production, durant la germination des graines de *Phoenix canariensis*, d'un ferment soluble capable d'hydrolyser les mannanes de l'albumen avec formation de mannose; ce ferment pénètre dans l'albumen et imprègne au moins les portions de cet albumen qui touchent au cotylédon; le mannose formé est utilisé au fur et à mesure de sa formation.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. N. Vaschide et Cl. Vurpas ont observé que leur monstre anencéphalien possédait deux rétines normalement constituées, malgré l'absence de cerveau. — M. E. Hédon a constaté que les globules rouges ayant fixé une quantité appréciable d'un acide ou d'un sel acide deviennent impénétrables à la solanine; inversement, les globules ayant fixé un peu d'alcali subissent plus rapidement l'hémolyse par la solanine que les globules normaux. — M. G. Carrière a étudié l'influence de la lécitine sur les échanges nutritifs. Ce corps a produit chez des enfants une notable augmentation de poids, une élévation de la taille et une augmentation du nombre des hématies. — M. Louis Mangin a reconnu que la formation des thylls gommeuses a lieu, dans les tiges végétant normalement, toutes les fois qu'une dépression se produit pendant un certain temps dans l'atmosphère de la tige. Elles doivent se produire dans les cultures en sol mal aéré. — M. J. Ray a réalisé des cultures artificielles de plusieurs parasites végétaux (charbons, rouilles) et obtenu des formes atténuées d'un certain nombre d'entre eux. — M. P. Thomas a étudié la nutrition azotée de la levure en employant un milieu minéral sucré auquel il ajoutait des poids connus de substances azotées parfaitement pures. La concentration de 20 % de sucre paraît être la plus favorable pour une bonne assimilation de l'azote, que celui-ci soit présenté sous forme d'urée ou de bicarbonate d'ammoniaque.

Séance du 3 Août 1901.

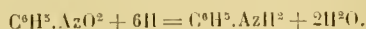
1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ch. André a observé que l'amplitude de la variation lumineuse d'Eros, d'abord de deux grandeurs, a diminué depuis le 20 février d'une façon à peu près continue. Le 23 avril, on n'a plus constaté de variation. — M. P. Appell montre que le théorème communiqué récemment par M. Buhl et dont il a déduit comme cas particulier le célèbre théorème de

Poisson, peut être considéré à son tour comme une conséquence du théorème de Poisson. — MM. Eug. et Fr. Cosserat étudient la déformation infiniment petite d'une enveloppe sphérique élastique. — M. E. Vallier indique les méthodes de calcul du coefficient de lenteur dans les formules relatives à la pression dans les bouches à feu. — M. Gravaris a trouvé qu'il existe, entre l'angle α caractéristique de la déformation des métaux et le coefficient newtonien de restitution e ,

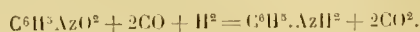
une relation de la forme $e = \frac{2}{\pi} \alpha$. Cette relation se

vérifie pour le fer, le cuivre, le zinc, le verre. — M. G. Kœnigs présente une étude critique sur la théorie générale des mécanismes. Il examine la classification de Monge, qui se base sur le mouvement produit, et celle de Willis, qui fait intervenir la nature des liaisons mises en jeu.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. K.-R. Johnson rappelle qu'il a publié dans les *Annalen der Physik* des expériences semblables à celles de MM. Broca et Turchini sur la décharge disruptive dans les électrolytes, et qu'il en a aussi tiré la conclusion que l'électrolyte se comporte à peu près comme un diélectrique. — M. G. de Metz a constaté que le corps humain se charge tout comme un conducteur métallique; sa capacité électrique reste constante quand le voltage varie de 100 à 1.000 volts; elle varie avec les circonstances et la pose; elle est en moyenne de 0,00011 de microfarad. — M. F. Beaulard a mesuré la différence de potentiel aux bornes d'un micromètre, entre les boules duquel éclate une étincelle ayant le caractère oscillatoire. Cette valeur, calculée par la formule de l'électromètre, diffère de celle qui correspond à la même distance explosive sur les tables de MM. Bichat et Blondlot d'une quantité variable, passant par un maximum. Ce résultat s'explique par l'amortissement plus ou moins rapide de l'excitateur mis en jeu. — M. Ch. Nordmann a étudié la transmission des ondes hertziennes à travers des solutions d'acide sulfurique, de NaCl, de KCl et de Mg SO⁴. Pour ces liquides, les épaisseurs maxima que peuvent traverser les ondes employées, c'est-à-dire les transparences pour ces ondes, varient dans le même sens que les résistances, mais croissent moins vite que celles-ci. — M. A. Ponsot montre qu'en général si, dans un dissolvant qui ne prend pas part à la réaction chimique, la substitution d'un corps A à un corps B dans le composé BC se produit avec dégagement de chaleur, la tension de vapeur du dissolvant est plus élevée quand il renferme une masse donnée de AC que quand il renferme une masse équivalente de BC. — MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens ont réalisé la réduction du nitrobenzène et de ses homologues en aniline et bases correspondantes par l'hydrogène en présence de cuivre ou de nickel très divisé :



La même réaction a lieu avec le gaz à l'eau :



Vu le bas prix de revient de ce dernier corps, cette réaction pourrait devenir industrielle. — M. N.-A. Barbieri décrit une méthode d'analyse immédiate du tissu nerveux. Elle lui a permis d'en retirer de la cholestérine, de la cérébrine, de l'homocérébrine, de la kératine, une globuline- α et une globuline- β , et d'autres substances non encore identifiées.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Yves Delage pense que la maturation cytoplasmique est peut-être due à la diffusion, dans le cytoplasme, du suc nucléaire qui peut, selon sa constitution, modifier la teneur de celui-ci en eau et en sels ou lui apporter des ferments spécifiques. Le moment où le suc nucléaire diffuse dans le cytoplasme est un stade critique où la sensibilité de l'œuf aux agents est maximum. — M. G. M. Stanoiévitch présente un photomètre physiologique basé sur ce principe qu'une quantité d'énergie lumi-

neuse minimum et constante est nécessaire pour produire l'impression lumineuse sur la rétine de l'observateur. Un diaphragme iris, dont on peut faire varier l'ouverture au moyen d'un tambour divisé, est ouvert peu à peu jusqu'à ce qu'on perçoive ce minimum. — M. Collot a déterminé des échantillons de Goniatis rapportés du Sahara (chemin de Figuié à Igli). Cette découverte ramènerait à un âge un peu plus récent que celui admis par M. Fieheur les couches carbonifères du Sahara oranais, ou bien elle montrerait qu'il y a plusieurs niveaux.

Séance du 12 Août 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Mittag-Leffler indique un critère pour reconnaître les points singuliers de la branche uniforme d'une fonction monogène. — MM. Eug. et Fr. Cosserat étudient la déformation infiniment petite d'un ellipsoïde élastique soumis à des efforts donnés sur la frontière. — M. G. Gravaris a vérifié expérimentalement, pour le verre, l'acier, le cuivre et le plomb, la relation qu'il a trouvée entre l'angle caractéristique de la déformation des métaux et le coefficient de restitution de leur élasticité.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. M. Stanoiévitch rappelle que les perturbations de l'état moléculaire d'un nuage à grêle, produites par une ou plusieurs ondulations, peuvent empêcher la formation de la grêle. Pour produire ces vibrations, il préconise l'emploi de cerfs-volants ou de ballons captifs, pouvant monter à des hauteurs variables, et porteurs de fortes sonneries ou sirènes. — M. G. Vaillant a vérifié expérimentalement que : 1^o Dans des solutions complètement dissociées, ne contenant qu'un ion coloré, la coloration est indépendante de la nature de l'autre ion; 2^o Si, au contraire, l'ionisation est incomplète, la coloration varie avec la concentration et la nature de l'ion non coloré. — M. de Forerand a établi la formule :

$$\frac{(I+s)}{T} M = 30,$$

dans laquelle I et s indiquent les chaleurs de liquéfaction et de solidification de l'unité de poids d'un corps, M son poids moléculaire et T sa température absolue d'ébullition. Il s'en sert pour calculer le poids moléculaire de divers corps au point d'ébullition. — M. M. Descudé, en faisant réagir l'anhydride benzoïque ou le chlorure de benzoyle sur le trioxyméthylène en présence de chlorure de zinc, a obtenu du dibenzoate de méthylène (C⁶H⁵.COO)₂CH², cristallisant en prismes clinorhombiques incolores, fondant à 99°.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Juillet 1901.

M. le Président annonce le décès de M. Moncorvo, correspondant étranger, et de M. de Lacaze-Duthiers, membre libre de l'Académie.

M. R. Blanchard présente, au nom de la Commission du paludisme, un Rapport sur les moustiques de Paris et leurs méfaits. Ceux-ci peuvent propager le paludisme, les maladies filariennes, la fièvre jaune et peut-être la lèpre. Il importe donc, dans les maisons envahies par les moustiques, de faire usage des moustiquaires pour se protéger pendant la nuit; il est utile également, pour chasser les moustiques, de répandre dans les chambres des vapeurs de formol. Pour atténuer les effets de la piqûre, il est avantageux d'employer la teinture d'iode en badigeonnage. Pour se débarrasser des moustiques, il importe avant tout de faire disparaître les eaux stagnantes, en les remplaçant par de l'eau courante; pour détruire les larves de moustiques dans l'eau, on se servira avec avantage d'huile de pétrole qui s'étalera à la surface de l'eau. — M. Kelsch présente une étude sur les cardiopathies latentes et la mort subite dans l'armée. Il signale la fréquence des

affections idiopathiques du cœur et des gros vaisseaux chez les soldats, leur évolution silencieuse et leur réveil brusque, leur révélation soudaine dans une catastrophe finale provoquée par l'effort professionnel, tel que le pas de gymnastique, le saut d'obstacles, l'exercice, la manœuvre, la marche, etc., effort qui vient surprendre inopinément le cœur et réclame de lui un déploiement d'énergie incompatible avec sa déchéance.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Juillet 1901.

M. Ch. Féré a constaté que les excitations du goût augmentent la capacité de travail au début lorsqu'elles sont courtes; quand elles sont prolongées, elles produisent une dépression immédiate. Dans tous les cas, elles précipitent la fatigue et diminuent le travail total. L'opium en petite quantité produit d'abord une augmentation; en quantité plus grande, il cause dès le début une dépression du travail. Dans tous les cas, le travail total est au-dessous de la normale. — M. E. Maurel a reconnu que le danger de la cocaïne réside dans sa pénétration dans les veines, autres que celles du système porte, à un titre suffisant pour tuer le leucocyte, ou du moins pour lui donner la forme sphérique. La mort accidentelle par la cocaïne est due aux leucocytes rendus sphériques et rigides qui, arrêtés par les capillaires du poumon, remplissent le rôle de véritables embolies. — MM. Jean Camus et P. Pagniez ont observé de grandes variations dans le pouvoir hémolytique de différents sérums, sans que celles-ci paraissent liées à telle ou telle affection. D'autre part, ils croient à la présence, dans le sérum, d'une substance protectrice, existant à côté de l'alexine et capable de s'opposer dans une certaine mesure à son action. — MM. L. Camus et E. Gley rappellent leurs recherches analogues sur le sérum d'anguille, qui les avaient conduit à des résultats contradictoires. — MM. J. Camus et P. Pagniez croient avoir décelé dans le sérum des phthisiques l'existence d'une sensibilisatrice. — M. Widal a fait une observation analogue. — MM. F. et J. P. Tourneux ont observé que la durée de l'incubation des œufs de perruche ondulée est, en moyenne, de dix-huit à vingt jours. L'intervalle qui sépare deux pontes successives peut varier de sept à quarante-neuf jours. — MM. H. Roger et E. Weil ont reconnu que les animaux inoculés avec le pus variolique résistent fréquemment lorsqu'ils sont bien nourris. D'autre part, le sang des animaux inoculés n'est virulent que pendant un temps très court. — MM. Léri et Du Pasquier ont comparé la valeur des injections de cocaïne sous-arachnoïdiennes et épidurales dans le traitement de la sciatique. Les premières, qui présentent des inconvénients, ne doivent être employées qu'après échec des secondes, qui sont sans danger. — M. E. Couvreur pense que l'accélération dans le refroidissement, constatée par M. de Tarchanoff après section des pneumogastriques au cou, est due simplement aux troubles respiratoires très marqués qui suivent immédiatement la double section. — MM. Doyon et Morel ont constaté, chez le lapin, que, sous l'influence d'un séjour de vingt et un jours dans l'air comprimé, le nombre des globules a diminué de plus d'un tiers. Cette modification a disparu lorsque la pression est redevenue normale. — M. L. Lauroy a mis en évidence l'ergastoplasme dans les cellules des glandes labiale supérieure et sous-linguales des couleuvres *Zamenis viridiflavus* et *Tropidonotus viperinus* soumises pendant dix minutes à l'action de la pilocarpine. — M. Laignel-Lavastine a observé que le liquide céphalo-rachidien des paralytiques généraux paraît stérile à toutes les périodes de la maladie. — M. G. Carrière a étudié la méthode de séro-diagnostic de la tuberculose. Elle est d'une pratique difficile, mais elle est très sensible et a une grande valeur ajoutée aux autres éléments de diagnostic. — M. L. Bard a

tolysé dans le liquide céphalo-rachidien y subit une transformation pigmentaire spéciale qui précède sa résorption définitive et qui permet de constater pendant un certain temps l'existence d'un épanchement antérieur.

Séance du 13 Juillet 1901.

M. Ch. Féré a observé que les excitations auditives produisent une suractivité du travail, surtout si elles sont variées; mais la répétition d'une note monotone fait bientôt disparaître l'effet exaltant primitif et produit une diminution de travail. De même, à la suite d'une excitation cutanée prolongée, l'augmentation initiale fait place à une dépression du travail. — M. Ch. Féré a constaté que l'injection préalable de doses faibles d'une solution d'antipyrine dans l'albumen de l'œuf a une action excitante sur le développement de l'embryon de poulet, tandis que l'injection de doses fortes a un effet nuisible. — MM. B. Auché et L. Vaillant ont étudié les altérations du sang produites par les morsures de serpents venimeux; elles consistent principalement dans une hémolyse des globules rouges et une augmentation des globules blancs. — MM. Albarran et Cathelin ont vu l'incontinence d'urine disparaître plus ou moins complètement à la suite d'injections épidurales de cocaïne. — MM. E. Wertheimer et L. Lepage ont observé que de très fortes doses d'atropine ne suppriment pas, chez le chien, les réflexes sécrétoires du pancréas et qu'elles ne paraissent même pas les atténuer. — MM. E. Bardier et H. Frenkel ont constaté qu'une excitation légère du rein par le nitrate d'argent, incapable de provoquer une véritable néphrite, exagère l'activité glandulaire. Une cautérisation plus profonde produit une petite diminution de la quantité d'urine excrétée. L'injection d'acide chromique dans le rein produit une néphrite intermédiaire entre la simple irritation de la surface et la néphrite épithéliale. — MM. R. Oppenheim et M. Løper ont étudié les lésions des capsules surrénales dans quelques maladies infectieuses aiguës. Elles consistent en altérations du protoplasma des cellules, thromboses des veines capsulaires, nodules infectieux, etc. — M. E. Retterer a reconnu que la fonction principale du ganglion lymphatique est de produire des hématies et du plasma. Les leucocytes qui s'y développent ne sont que des restes cellulaires qui finissent également par se convertir, dans le courant lymphatique ou sanguin, en éléments hémoglobiques. — MM. Ch. Féré et Aug. Pettit ont étudié la structure des tératomes expérimentaux et ont trouvé certaines ressemblances avec les néoplasmes spontanés. — M. A. Lesage a isolé, dans seize cas de gastro-entérite du nourrisson terminés par la mort, un *Coccobacille* possédant les caractères du genre *Pasteurella*. — MM. A. Charrin et G. Delamare ont étudié les propriétés du placenta dans le but de rechercher si cet organe possède une activité propre capable de modifier ou d'arrêter certains produits; leurs expériences ne sont que préliminaires. — M. Ch. Lapierre a employé les glucoprotéines comme milieu de culture chimiquement définis pour l'étude des microbes. L'étude comparée du coli-bacille et du bacille typhique lui a permis d'établir cinq types de transition définis entre ces deux formes, mais il n'y a pas passage au bacille d'Eberth. Les cinq types sont des variétés de l'espèce coli, à laquelle il est possible de les faire revenir. — M. F. Arloing a étudié un sérum antituberculeux qui exalte la virulence du bacille de Koch, ou bien favorise l'infection de l'organisme par l'agent tuberculeux. — MM. E. Cassaet et G. Saux ont reconnu que les produits acides de la digestion artificielle des viandes sont les mêmes que ceux des hyperchlorhydriques; leur principale propriété est une action tétanisante. — MM. V. Henri et Larguier des Bancels ont étudié l'action de l'acide chlorhydrique sur le saccharose et sur l'acétate de méthyle; les deux réactions se produisent avec la même vitesse séparément et

simultanément. Elles sont donc purement catalytiques. — M. A. Poulain a reconnu qu'à l'état normal le pouvoir lipasique est sensiblement le même dans les ganglions périphériques et dans les ganglions du mésentère. Dans les infections intestinales, l'activité lipasique des ganglions mésentériques diminue beaucoup par rapport à celle des ganglions périphériques; le contraire se produit dans les infections cutané-muqueuses. — M. C. Simionesco a employé avec succès le cacodylate de soude dans diverses affections. Le traitement cacodylique prolongé n'a pas produit de phénomènes d'intoxication. — MM. Grossard et Pégot ont constaté l'existence d'un centre psychique d'auto-audition. — M. Tribondeau a observé 14 cas d'éléphantiasis des membres supérieures avec engorgement du ganglion sus-épitrochléen.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES NATURELLES.

R. Kennedy : Sur la restauration des mouvements coordonnés après le croisement des nerfs, avec changement de la fonction des centres corticaux cérébraux. — Dans le membre antérieur du chien, le centre nerveux des muscles fléchisseurs peut être croisé avec celui des muscles extenseurs avec ce résultat, malgré le changement de l'innervation, de rendre à l'animal, comme auparavant, le pouvoir d'exécuter des mouvements volontaires et coordonnés de ses membres.

Le fait de croiser les nerfs n'ajoute rien matériellement au temps qui serait nécessaire pour recouvrer le fonctionnement du membre si les mêmes nerfs avaient été seulement divisés et réunis par suture avec toute l'exactitude possible.

Le résultat du croisement du centre nerveux des groupes de muscles antagonistes est que les centres nerveux qui innervent le premier groupe autrefois, servent maintenant à l'autre groupe; et ce changement s'étend jusqu'aux centres cérébraux corticaux dont la position est changée, mais qui conservent leur irritabilité.

Les centres cérébraux corticaux dont la position a été interchangée par le croisement peuvent émettre, en réponse à la volonté, des impulsions qui amènent dans les nouvelles terminaisons périphériques des mouvements parfaitement coordonnés.

Chez l'homme, le nerf facial peut être détaché du centre facial et attaché au nerf spinal accessoire; de cette façon les nerfs faciaux sont innervés par le centre spinal accessoire, en permettant ainsi le rétablissement partiel des mouvements coordonnés de la face à la fois volontaires et réflexes.

Dans le cas de la réunion d'un nerf divisé, il n'est pas nécessaire de supposer que la régénération a restauré les anciens trajets des impulsions nerveuses, car si de nouveaux trajets sont formés par la coadaptation imparfaite des extrémités du nerf divisé, en modifiant les connexions des cellules du nerf central avec les extrémités périphériques, l'organisme a le pouvoir de compenser cette altération.

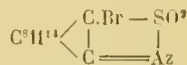
Dans le cas de paralysie d'un muscle ou d'un groupe de muscles, si le nerf qui commande le ou les muscles affectés est greffé à un nerf efférent voisin qui commande des muscles sains, il est probable que le groupe de muscles affectés, s'il n'est pas complètement détruit par un processus dégénératif, reprendra sa fonction normale.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Juin 1901 (suite).

MM. H.-E. Armstrong et T.-M. Lowry pensent que l'acide camphorsulfonique de Reichert est probablement un acide α , le groupe sulfo occupant la même position que l'atome de brome dans l' α -bromocamphre.

Quand le sulfochloro- ou le sulfobromocamphre est traité par l'ammoniaque diluée, la réaction est normale et il se produit seulement l' α -sulfonamide, fondant à 223°; quand l'ammoniaque est concentrée, la réaction est violente et il se forme l' α -sulfonamide isomère, fondant à 132°. C'est une substance labile, qui est aisément convertie dans l' α -sulfonamide stable par le brome ou les acides. Les auteurs ont préparé beaucoup de dérivés sulfonés et halogénés du camphre. L' α -bromocamphre- α -sulfonamide, bouillie avec l'anhydride acétique, se convertit en un anhydride qui paraît répondre à la formule :



— M. A.-T. Larter a répété les expériences d'Armstrong et Rennie sur la nitration du dinitrothymol et a toujours obtenu le trinitrométhacrésol et non le trinitrothymol comme prétend l'avoir obtenu Maldotti. La nitration de l'éther éthylique du dinitrothymol donne également l'éther éthylique du trinitrométhacrésol. — M. A. C. Hill a observé que l'hydrolyse des solutions diluées d'amidon par la diastase du taka aboutit à une transformation complète en glucose. Une solution contenant 35 % de glucose et 6 % d'hydrate de maltose, traitée par la diastase du taka renfermant de la maltase, s'hydrolyse jusqu'à renfermer 39 % de glucose et 2 % d'hydrate de maltose. Par contre, une solution renfermant 60 % de glucose, traitée de la même façon, contient, au bout d'un certain temps, 58 % de glucose et 2 % d'hydrate de maltose; il y a donc eu une action inverse du ferment; si l'on dilue la solution, l'hydrolyse reprend de nouveau.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Communications récentes.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. H. G. et E. F. van de Sande Bakhuizen font connaître et expliquent les dépêches se rapportant aux résultats de l'expédition néerlandaise destinée à l'observation de l'éclipse solaire totale du 18 mai 1901 à Karong Sago, près de Painan, sur la côte occidentale de l'île de Sumatra. Malheureusement, pendant l'observation, la plus grande partie du ciel a été couverte de nuages (alto-cumuli). C'est ainsi que les observations avec le grand spectrographe n'ont pas permis de déduire des résultats relatifs au mouvement de la couronne. Au contraire, les observations avec le petit spectrographe ont livré des images du spectre entier de la couronne et du phénomène connu sous le nom de « flash », etc. — M. W. Kapteyn : Sur des cas particuliers de l'équation différentielle de Monge. Autrefois (*Rev. gén. des Sc.*, t. XI, p. 658), l'auteur s'est occupé du cas $s + \lambda t + \mu = 0$; maintenant il étudie le cas $r - \lambda^2 t + \mu = 0$, en supposant en premier lieu que λ et μ sont des fonctions de p et q , et en second lieu que λ et μ ne dépendent que de x, y, z . Ensuite M. Kapteyn s'occupe d'une intégrale définie où entrent des fonctions de Bessel. Il démontre la relation :

$$\pi(m^2 - n^2) \int_0^\infty I_m(t) I_n(t) \frac{dt}{t} = 2 \sin \frac{1}{2}(m - n)\pi$$

où $I_m(t)$, $I_n(t)$ sont des fonctions de Bessel de première espèce et des ordres différents m, n , et le cas particulier :

$$2n \int_0^\infty I_n^2(t) \frac{dt}{t} = 1.$$

— M. J. Cardinaal présente, au nom de M. K. Bes : Détermination analytique du neuvième point d'intersection de deux cubiques planes menées par huit points donnés. L'auteur exprime les coordonnées du neuvième point à l'aide de déterminants contenant les coordonnées des huit points donnés. Il remarque que le huitième point d'intersection de trois quadriques menées

par sept points donnés de l'espace se détermine d'une manière analogue. — M. H. G. van de Sande Bakhuysen présente encore : 1^o « Korte handleiding, enz. » (Petit aperçu des observations simples à faire pendant l'éclipse totale du Soleil le 18 mai 1901), et 2^o la thèse de M. J.-W.-J.-A. Stein, S. J., intitulée : *Beobachtungen zur Bestimmung der Breitenvariation in Leiden nach der Horrebow-Methode angestellt von Juni 1899 bis Juni 1900* (Observations pour la détermination de la variation de la latitude de Leyde, d'après la méthode de Horrebow, faites de juin 1899 à juin 1900).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Kamerlingh Onnes : *Représentation de l'équation critique des gaz et des fluides par des séries*. Les calculs de l'auteur sont en relation avec les résultats des expériences de M. Amagat (*Annales de Ch. et de Phys.*, série 6, t. XXIX, 1893). Quoiqu'il ait recherché le développement de l'équation critique $p = f(v, T)$ en série infinie double convergente

suivant la densité moléculaire $\frac{1}{v}$ et la température absolue T , il a dû se restreindre à une représentation par un polynôme ne contenant qu'un nombre fini de termes, pas même convergent pour toutes les densités. Pour chaque isotherme, il a dû déterminer les coefficients des termes de ce polynôme, etc. En partant de la forme :

$$pv = A + \frac{B}{v} + \frac{C}{v^2} + \frac{D}{v^3} + \frac{E}{v^4} + \frac{F}{v^5}$$

il obtient des résultats assez sensiblement d'accord avec les expériences de M. Amagat en représentant une quelconque des fonctions B, C, D, E, F, en t par des expressions de la forme :

$$m_1 t + m_2 + \frac{m_3}{t} + \frac{m_4}{t^2}$$

M. Onnes présente ensuite, au nom de M. J.-C. Schalkwyk : *Isothermes de précision*. Suite d'une communication précédente (*Rev. gén. des Sc.*, t. XII, p. 151). II. Précision de la mesure de la pression à l'aide du manomètre à air libre de Kamerlingh Onnes. III. Manteau d'eau d'une température ordinaire constante. IV. La calibration des tubes piézométriques. V. L'isotherme de l'hydrogène à 20° au-dessous de 60 atmosphères. — M. H.-A. Lorentz présente, au nom de M. F. Schuh : *Ondes lumineuses planes dans un milieu diélectrique homogène, électriquement et magnétiquement anisotrope*. Déduction de l'équation connue de la surface de l'onde, tant en coordonnées tangentielles qu'en coordonnées ordinaires. Etude des propriétés de cette surface. — M. J.-D. van der Waals présente, au nom de Ph. Kohnstamm et de B.-M. van Dalfsen : *Tensions de vapeur de mélanges d'éther et de chloroforme*. D'après les résultats déposés par les auteurs en une table et un diagramme, la relation simple $a_{12}^2 = a_1 a_2$ de Galitzine-Berthelot semble assez improbable. — M. H.-W. Bakhuis Roozeboom présente, au nom de A. Smits et de L.-K. Wolff : *Sur la rétrogradation de l'ionisation de solutions de NaOH, Na₂CO₃ et de NaHCO₃ par l'addition de NaCl*. En 1900, M. Starke trouvait qu'en ajoutant 1 centimètre cube d'une solution de NaOH de 0,15 % à 25 centimètres cubes d'une solution de NaCl de 15 % ou à 25 centimètres cubes d'eau distillée, on obtient des solutions de réaction alcaline différente, la réaction de la solution de NaCl étant la plus forte. Il répétait ses épreuves en substituant des solutions de Na₂CO₃ et de NaHCO₃ à celle de NaCl; le résultat restait le même. Il parvint ainsi à cette conclusion que, contrairement à la théorie, la réaction alcaline d'une solution de NaOH, au lieu de diminuer, s'accroît sensiblement par l'addition d'un sel à ion homologue. MM. Smits et Wolff trouvent entre autres que cette contradiction disparaît quand on se sert d'eau pure ne contenant pas des traces d'acide carbonique. — M. Roozeboom s'occupe ensuite des *Amalgames de cadmium* en faisant connaître les résultats d'une étude de M. H.-C. Bijl. A des températures assez élevées, le

cadmium et le mercure se mélangent dans toutes les proportions. En refroidissant ces mélanges, on engendre des cristaux correspondant aux lignes AC et CB du diagramme (fig. 1), dont la première joint le point de fusion A (— 40°) du mercure au point C (188°) et la seconde ce point C au point de fusion B (321°) du cadmium. Ces deux lignes forment en C un point saillant au lieu de s'y toucher. Elles ont été déterminées par la méthode thermique et par la méthode dilatométrique; elles font connaître, pour une proportion quelconque des deux substances, la température où la congélation commence. Car aucun des amalgames liquides ne congèle à une température déterminée. Ainsi, au contraire, les lignes AE, ED, DB font connaître la température où la fusion commence. Les lignes AE, DB limitent les deux séries

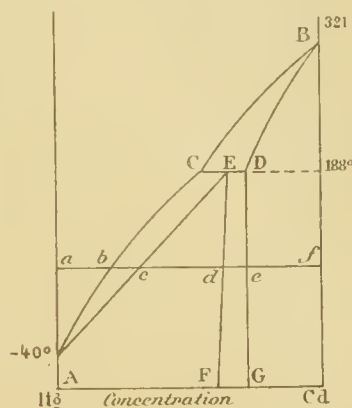


Fig. 1. — Diagramme des points de solidification des amalgames de cadmium.

possibles de cristaux de mélange. A la température de 188°, elles se joignent à peu près en laissant entre elles un petit hiatus situé entre 75 et 77 % de cadmium. La question, très importante, si les limites des deux espèces de cristaux du mélange subissent des variations pour des températures plus basses, a été étudiée par la méthode électrique. A cette fin, on mesurait la force électromotrice d'alliages de concentration différente dans une solution de sulfate de cadmium avec un pôle réversible de mercure comme pôle positif, à des températures de 25° à 75°. Les lignes du diagramme fig. 2 indiquent la force électromotrice; les parties *ab*, *cd*, *ef* correspondent aux parties homonymes de la même horizontale de 25° dans la figure 1. La partie horizontale *bc* a une grande signification en rapport avec les éléments Weston (voir *Rev. gén. des Sciences*, t. XI, p. 1252, l'étude de M. E. Cohen, et surtout t. XII, p. 348, celle de M. C.-H. Wind). On en déduit qu'on obtient un élément de force électromotrice constante en choisissant comme pourcentage de l'amalgame qui sert comme pôle négatif celui qui correspond à un point quelconque de droite *bc*. De plus, toutes les irrégularités observées dans ces éléments s'expliquent d'une manière assez simple par la remarque que, si l'on prend un amalgame d'une composition correspondant à un point tout près de *c* (*b*), un refroidissement (échauffement) qui donne à la partie horizontale *bc* une translation vers *b* (*c*) fait correspondre cette même composition à un point qui ne fait plus partie de cette partie horizontale *bc*, etc. — Enfin, M. Roozeboom présente la thèse de

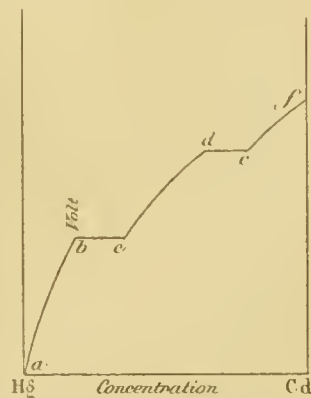
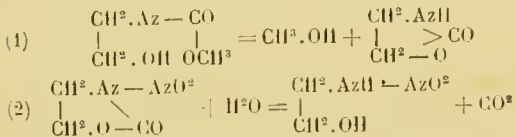


Fig. 2. — Forces électromotrices d'amalgames de cadmium dans une solution de sulfate de cadmium.

cadmium et le mercure se mélangent dans toutes les proportions. En refroidissant ces mélanges, on engendre des cristaux correspondant aux lignes AC et CB du diagramme (fig. 1), dont la première joint le point de fusion A (— 40°) du mercure au point C (188°) et la seconde ce point C au point de fusion B (321°) du cadmium. Ces deux lignes forment en C un point saillant au lieu de s'y toucher. Elles ont été déterminées par la méthode thermique et par la méthode dilatométrique; elles font connaître, pour une proportion quelconque des deux substances, la température où la congélation commence. Car aucun des amalgames liquides ne congèle à une température déterminée. Ainsi, au contraire, les lignes AE, ED, DB font connaître la température où la fusion commence. Les lignes AE, DB limitent les deux séries possibles de cristaux de mélange. A la température de 188°, elles se joignent à peu près en laissant entre elles un petit hiatus situé entre 75 et 77 % de cadmium. La question, très importante, si les limites des deux espèces de cristaux du mélange subissent des variations pour des températures plus basses, a été étudiée par la méthode électrique. A cette fin, on mesurait la force électromotrice d'alliages de concentration différente dans une solution de sulfate de cadmium avec un pôle réversible de mercure comme pôle positif, à des températures de 25° à 75°. Les lignes du diagramme fig. 2 indiquent la force électromotrice; les parties *ab*, *cd*, *ef* correspondent aux parties homonymes de la même horizontale de 25° dans la figure 1. La partie horizontale *bc* a une grande signification en rapport avec les éléments Weston (voir *Rev. gén. des Sciences*, t. XI, p. 1252, l'étude de M. E. Cohen, et surtout t. XII, p. 348, celle de M. C.-H. Wind). On en déduit qu'on obtient un élément de force électromotrice constante en choisissant comme pourcentage de l'amalgame qui sert comme pôle négatif celui qui correspond à un point quelconque de droite *bc*. De plus, toutes les irrégularités observées dans ces éléments s'expliquent d'une manière assez simple par la remarque que, si l'on prend un amalgame d'une composition correspondant à un point tout près de *c* (*b*), un refroidissement (échauffement) qui donne à la partie horizontale *bc* une translation vers *b* (*c*) fait correspondre cette même composition à un point qui ne fait plus partie de cette partie horizontale *bc*, etc. — Enfin, M. Roozeboom présente la thèse de

M. H.-C. Bijl : « De Cadmiumamalgamen en hun electromotorisch gedrag » (Les amalgames de cadmium et leur conduité électromotrice), et la thèse de M. E. van de Stadt Kzn : « Barnsteenzuuranhydride en phtaalzuuranhydride in hun gedrag tegenover water » (Les anhydrides des acides succinique et phtalique et leur conduite vis-à-vis l'eau). — M. H. Behrens : *Recherches microchimiques sur les métaux du groupe des cérites*. Etude des succinates des métaux du groupe des cérites. — M. C.-A. Lobry de Bruyn présente au nom de M. G. van der Sleen : *Sur l'acide α -oxybutyrique (acide vinylglycolique) et ses transformations*. L'étude de l'acide vinylglycolique $\text{CH}_2 = \text{CH} \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{COOH}$, commencée en 1885 par M. Lobry de Bruyn lui-même, a été reprise en 1898 par M. van der Sleen, lorsque l'on eut réussi à préparer cette substance en quantité assez importante, par exemple d'environ 600 grammes par jour. — M. Lobry de Bruyn présente encore, au nom de M. C. Prey Jz., une étude : « *Sur la synthèse de l'acide érythrique* », $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$, et, au nom de M. P.-K. Lulofs, la thèse : « *Reactiesnelheid bij aromatische [halogeennitroderivaten]* » (Vitesse de réaction des dérivées nitriques aromatiques halogénés). — M. A.-N.-P. Franchimont : *Une nouvelle classe de nitramines*. En 1895, M. van Breukelenveen a préparé l'uréo-éthanol (*Rev. gén. des Sc.*, t. VI, p. 498), dans l'espoir d'en déduire un nitramine-alcool; mais cette tentative n'a pas réussi, la combinaison de l'uréo-éthanol avec AzO_2H développant à la température ordinaire immédiatement AzO_2 et CO_2 . Donc, M. Franchimont a essayé, avec l'aide de M. Lublin, la préparation d'un nitramine-alcool d'une toute autre manière, et cette fois-ci il a réussi. Sa méthode s'explique assez simplement à l'aide des deux équations :



La substance du premier membre de l'équation (1) fut déduite de l'amine-éthanol. En l'échauffant, elle se décompose, même *in vacuo*, comme l'indique cette équation, en méthyle-alcool et l'olide de l'acide oxéthylamine-formique. En ajoutant cet olide à l'acide nitrique réel, on obtient le dérivé mononitrique qui figure dans le premier membre de l'équation (2). En le faisant bouillir avec de l'eau, on fait naître, d'après l'équation (2), de l'acide carbonique et le nitramine-éthanol dissout dans l'eau, qu'on obtient après vaporisation de l'eau sous forme d'un fluide sirupeux. L'auteur en a préparé un sel de mercure cristallisé en aiguilles minces, un sel d'argent cristallisé en plaques à éclat de nacre, etc. — Ensuite M. Franchimont présente, au nom de M^{lle} E. van Aken : *L'oxydation des substances organiques azotées et la détermination de leur carbone et de leur azote suivant la voie humide*. Critique scientifique et expérimentale des méthodes de Will et Varrentrapp, de Kjeldahl, de Budde et Schou et spécialement de M. P. Fritsch (*Liebig's Annalen*, t. CXCIV, p. 79, 1897).

3. SCIENCES NATURELLES. — M. M. W. Beyerinck : *Suite des recherches sur les bactéries oligonitrophiles* (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XII, p. 392). Dans cette seconde partie, l'auteur s'occupe des espèces qui se développent sous l'influence de la lumière en des fluides nutritifs ne contenant que des traces de substances azotées, c'est-à-dire des espèces dont la nutrition en carbone se fait à l'aide du carbone de l'atmosphère. Ensuite M. Beyerinck s'occupe de : *Bactéries lumineuses comme réactif dans les recherches sur la fonction de la chlorophylle*. Des algues marines enfermées dans une quantité d'eau salée contenant des bactéries lumineuses, n'émettant pas de lumière par suite d'une admission insatisfaisante de l'air, forment un réactif très précieux pour reconnaître la sécrétion de l'oxygène dans la lumière et le rapport de

cette sécrétion avec la couleur de la lumière. L'auteur se sert d'une boîte en verre, remplie d'une gélatine de culture à 3% de NaCl, contenant une grande quantité de bactéries lumineuses (*Photobacter phosphorescens*), et donc lumineuse sous une admission satisfaisante d'oxygène, portant dans son milieu une bande large d'une espèce d'algue (*Ulva*) introduite avant la congélation de la gélatine. Dans l'obscurité, la gélatine cessait bientôt de dégager de la lumière, les parois en verre empêchant l'entrée de l'air. Exposée à la lumière, la décomposition de l'acide carbonique par l'*Ulva* procure l'oxygène nécessaire pour que les bactéries redevennent lumineuses, ce qui fait naître une tache de lumière qu'on peut faire disparaître et reparaitre plusieurs fois. Si l'on s'imagine cette boîte placée dans une chambre obscure, munie d'une coulisse qui permet de l'exposer par partie à des rayons de différents couleurs, on a une idée de l'instrument de l'auteur. De cette manière, il trouve que la lumière rouge seule favorise la décomposition de l'acide carbonique; car c'est seulement en admettant cette lumière que les bactéries recommencent à devenir lumineuses. De plus, l'auteur démontre que des feuilles de plantes de terre, enfermées en gélatine contenant des bactéries lumineuses, ne sécrètent qu'une petite quantité d'oxygène, quand on les éclaire après qu'on les a déprivées de l'air; ainsi il vérifie le résultat de M. Stahl (*Botanische Zeitung*, 1894, p. 117 et 1897, p. 71), que la respiration se fait à travers les stomates. — M. J. W. Moll : *Appareil pour l'ajustage à distance du microscope de projection*. Description d'un mécanisme inventé par le directeur du Laboratoire botanique à l'Université de Groningue, à l'aide duquel le démonstrateur peut ajuster le microscope de projection, de manière que certaines parties de l'image grossie cinq mille fois et plus se montrent aussi distinctement que possible, sans qu'il soit nécessaire qu'il quitte la chaire, éloignée de 6 mètres des appareils à projection. — M. Th. Place présente au nom de M. J. W. Langelaan : *Sur les tous des muscles (suite)* (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XI, p. 435). L'auteur démontre que la relation $I = A\mu - B\log p$, déduite d'expériences prises avec des grenouilles, est vérifiée de même dans le cas de chats dont on a coupé la moelle épinière. Ensuite, M. Place présente au nom de M. Al. Kleyn : *Examen bactériologique d'excréments humains*. 1^{re} partie : 1^o L'homme adulte sain sécrète dans les fèces un nombre de bactéries beaucoup plus grand qu'on ne le croyait jusqu'à présent (en vingt-quatre heures, environ 8.800 milliards, constituant 1,3% de la substance solide des fèces); 2^o la majeure partie de ces bactéries sont mortes (environ 99%); 3^o ordinairement, on observe dans les fèces des actions anti-bactérielles qui font diminuer en dehors du corps humain à 37° le nombre des microbes vivants et leur multiplication. — Rapport de MM. C. A. Pekelharig et Th. Place sur une communication de M. C. Nicolai intitulée : *Un nouveau muscle de l'œil (Musculus papilla nervi optici)*. Ce travail, démontrant l'existence d'un muscle annulaire autour du nerf optique au point où ce nerf perce la paroi de l'œil, paraîtra dans les Mémoires de l'Académie. — M. C. A. J. A. Oudemans offre pour ces Mémoires : *Enumeratio systematica Fungorum in Ranunculacearum, Berberidacearum, Nymphaeacearum, Papaveracearum et Fumariacearum Europaeum organici diversis hucusque observatorum*. — M. B. J. Stokvis présente au nom de M. E. Cohen : *Voordrachten over physische Scheikunde voor geneeskundigen* (Leçons de Chimie physique pour les étudiants en médecine). — M. F. A. F. C. Went présente la thèse de M. S. L. Schouten : *Reinkulturen uit een onder het mikroskoop geïsoleerde cel Cultures déduites d'une cellule unique, isolée sous le microscope*. P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

PASTEUR A ARBOIS

A L'OCCASION DE L'INAUGURATION DE SA STATUE (29 SEPTEMBRE 1901)

C'est le 29 septembre, sous la présidence de M. Liard, directeur de l'Enseignement supérieur, que la ville d'Arbois a inauguré solennellement la statue de Pasteur. Ce monument, dû au ciseau du sculpteur Daillon, s'élève sur la place de la Petite-Foule. La statue, qui a figuré au dernier Salon, est en bronze et représente le grand homme assis dans l'attitude pensive qu'il avait souvent.

Des discours ont été prononcés, le jour de l'inauguration, par M. Cailletet, au nom de l'Académie des Sciences, par M. Chamberland, représentant l'Institut Pasteur, et par M. Boutroux, professeur à la Faculté de Besançon, ancien préparateur de Pasteur.

1

Dans la petite cité franc-comtoise, aux environs agrestes, serpentés par une jolie rivière, la Cuisance, s'écoulèrent l'enfance et la première jeunesse de celui qui devait être une des grandes gloires du dix-neuvième siècle.

Vers 1825, le père de Pasteur, tanneur de son état, vint se fixer à Arbois, dans une tannerie qu'il avait louée et dont il fut plus tard propriétaire. Il avait combattu sous Napoléon, et sur la poitrine de l'humble travailleur brillait la croix de chevalier de la Légion d'honneur. Le jeune Louis, qui devint ensuite le grand Pasteur, était alors tout enfant. Il fréquenta d'abord l'école primaire, puis le collège

d'Arbois. Le rêve de son père était de le voir un jour professeur de ce même collège. Pendant ses premières années d'étude, aucun succès ne distingua le jeune écolier, ni ne lit pressentir son génie. Vers l'âge de treize ans, il ne manifestait encore qu'un goût prononcé pour le dessin; il maniait avec grâce le crayon et le fusain, et avait même fait un essai de pastel, un portrait témoignant d'une main très sûre et d'un vif sentiment de la réalité. Ce portrait, pieusement conservé dans la demeure familiale, représente sa mère, un matin qu'elle se rendait au marché, coiffée de son bonnet blanc, les épaules serrées dans un châle écossais bleu et vert. L'heure de l'étude passée, il était des premiers à aller s'ébattre joyeusement dans la campagne. Les écoliers en vacance couraient dans les bois, ou organisaient des parties de pêche sur les bords de la Cuisance. Souvent aussi, l'on se réunissait dans la cour de la tannerie, située derrière la façade de la maison, où s'alignaient sept fosses pour la préparation des peaux. Là, Louis Pasteur et ses petits camarades s'amusaient à utiliser les déchets d'écorce, à placer les débris de tan dans des rondelles de fer, et à fabriquer, d'un mouvement de talon brusque et tournant, des séries de mottes destinées au chauffage.

Le principal du collège d'Arbois, M. Romanet, fut le premier à deviner, dans l'écolier studieux et attentif, le génie qui devait un jour illustrer notre époque. Il parla d'avenir et de la grande École

normale à ce jeune élève qui l'écoutait les yeux brillants, le cœur rempli du feu de l'enthousiasme.

Après bien des hésitations, son père consentit au départ de Louis pour Paris. Quittant pour la première fois les siens, qu'il aimait tendrement, il partit vers les derniers jours d'octobre 1838 avec son ami Jules Vercel, qui venait préparer son baccalauréat. Son séjour dans la capitale fut de courte durée. Malgré les efforts de sa volonté et son amour pour le travail, la nostalgie l'accabla. Il disait à Vercel : « Si je respirais seulement l'odeur de la tannerie, je sens que je serais guéri ».

Sa famille, avertie par lui, s' alarma de ce mal moral qui prenait des proportions si intenses. Un matin, au milieu de novembre, Joseph Pasteur, ne pouvant endurer l'inquiétude, arriva à Paris sans être attendu, et le père et le fils retournèrent ensemble à Arbois. Durant les quelques mois qu'il passa auprès de sa famille, il revint à son passe-temps favori, et reprit ses crayons, qu'il avait abandonnés depuis dix-huit mois. Des portraits au pastel, la plupart d'une touche gracieuse et fine, fixèrent les traits des amis qui fréquentaient la maison du tanneur.

A la fin de 1839, Pasteur achevait sa rhétorique ; il fut alors résolu qu'il se rendrait à Besançon pour suivre au lycée la classe de philosophie ; il comptait dans cette ville finir ses études et préparer ses examens de l'École normale, point de mire de ses rêves et de ses aspirations. Son père se rendait à Besançon les jours de grand marché pour y vendre les cuirs de sa tannerie. Ces visites rendaient la séparation moins amère.

En 1840, reçu bachelier ès lettres, il fut nommé maître supplémentaire au lycée de Besançon.

Deux ans après, il partit pour Paris pour se préparer au concours de l'École normale. Des lettres fréquentes à ses parents et à ses sœurs rapprochaient la distance qui le séparait de son cher Arbois. Bien que l'éloignement du pays où vivait sa famille lui fût toujours aussi douloureux, son énergie, son enthousiasme pour l'étude l'aiderent à surmonter cette épreuve que son attachement pour les siens rendait si pénible.

II

A partir de cette époque, Pasteur cessa d'habiter Arbois ; mais il resta fidèle à ce lieu rempli de souvenirs qu'il aimait ; jusqu'à la fin de sa vie, il garda le culte voué à ce joli coin de terre où ses parents avaient vécu, où lui et ses sœurs avaient grandi.

Chaque été il revenait à Arbois, dans l'ancien logis paternel, qu'il avait religieusement conservé. A mesure que sa famille s'était accrue, la vieille

demeure avait été agrandie, et Pasteur était heureux de recevoir sous son toit tous les membres de sa famille.

De douloureux événements le rappelèrent à maintes reprises en Franche-Comté, le frappant dans ses plus chères affections.

Sa mère mourut à Arbois peu de temps avant le mariage de Pasteur. Quelques années après, sa fille ainée, étant en vacances auprès de son grand-père, était brusquement enlevée par une fièvre typhoïde. Cette mort fut suivie de près par celle de Joseph Pasteur.

Il perdit deux autres de ses filles, l'une à Chambéry, l'autre à Paris. Ce fut lui qui reconduisit à Arbois leur dépouille mortelle.

On vivait simplement dans cette maison, que, durant les vacances, M. et M^{me} Pasteur ouvraient à leur famille et à quelques amis intimes.

Dès huit heures, le savant se rendait dans son cabinet, contigu au laboratoire aménagé dans l'habitation, et travaillait jusqu'à midi. Dans le laboratoire, Pasteur s'adonnait surtout à des expériences pour arriver à faire bénéficier ses compatriotes de ses recherches sur la vinification. Il passait, pour les paysans franc-comtois du voisinage, pour une sorte de *médecin des vins*. Souvent on frappait à sa porte, lui apportant des bouteilles de ce célèbre vin jaune d'Arbois dont un fût menaçait de s'altérer. Consciencieusement, Pasteur analysait le vin et faisait le nécessaire pour arrêter la maladie. Dans les caves d'Arbois peut-être en trouverait-on encore des bouteilles chauffées par Pasteur lui-même. Il faisait aussi des recherches sur le charbon et le choléra des poules et surveillait la fabrication du vaccin du rouget des porcs. Il aimait à avoir ainsi dans ce laboratoire d'Arbois des travaux à suivre de près, mais il faisait surtout des projets d'expériences pour le retour à Paris. Du reste, il dirigeait de loin comme s'il eût été présent les grandes recherches du laboratoire de l'École normale. L'étude de la rage, qui a occupé une si longue période de sa vie, n'a subi aucune interruption durant ces mois de villégiature. Tenu au courant par ses préparateurs, il enregistrait chaque jour le résultat des expériences dans ces gros cahiers noirs dont parle Jules Claretie dans ses chroniques du *Temps*. Malgré son absence, grâce à cette comptabilité scrupuleuse, il suivait pas à pas le développement de ses travaux.

L'heure du déjeuner réunissait à table la famille. Les repas étaient égayés par les saillies spirituelles de son fils Jean-Baptiste, par la bonhomie remplie d'humour de son ancien camarade Bertin, qui devenait, ainsi que sa fille, l'hôte des Pasteur pendant la durée des vacances. Pasteur se laissait aller volontiers au courant de gaieté des

convives : Bertin surtout avait le don d'exciter souvent son hilarité, et il riait de son bon rire de franc-comtois en écoutant les amusants à-propos de son vieil ami.

Après le déjeuner l'on se rendait dans le minuscule jardin, longé par la rivière, qui avait remplacé la cour de la tannerie d'antan.

Pasteur retournait ensuite dans son cabinet, où le temps s'écoulait pour lui si rapidement. Il s'y attardait toujours; lorsque l'instant de la promenade journalière était arrivé, il ne rejoignait les siens qu'après que ceux-ci avaient plusieurs fois réitéré leur appel. On partait généralement vers quatre heures; on allait d'habitude sur la route nationale, qui, passant par Mouchard, conduit à Besançon. Un admirable paysage se déroule le long de cette route, qui est un des sites les plus pittoresques du pays.

Dans son livre : *la Vie de Pasteur*, M. Valléry-Radot, son gendre, dit que cette petite excursion avait été aussi la promenade favorite du père du grand savant. Vers le second kilomètre, Pasteur possédait une vigne de quelques arpents : c'était le but de la promenade. C'est dans cette vigne que furent faites, en réponse aux écrits posthumes de Claude Bernard, les expériences qui démontrèrent la présence des levures à la surface des grains de raisin.

Arbois fut la première étape du voyage expéri-

mental qu'il poursuivit jusqu'à la mer de Glace au moment de ses études sur la génération spontanée. A peu de distance de la tannerie paternelle, il mit ses premiers ballons de verre en contact avec l'air extérieur.

Quoique n'étant pas sa ville natale, Arbois a toujours été son pays de prédilection et le théâtre de ses joies et de ses douleurs. Cette brève histoire de Pasteur à Arbois montre les liens qui attachaient le grand savant au petit pays jurassien. Il y allait encore pendant les dernières années de sa vie, toujours entouré de la tendresse de sa dévouée compagne et de ses enfants et de l'affection filiale de son gendre, M. Valléry-Radot.

Ce brillant écrivain, digne historiographe du grand homme auquel il a consacré sa vie, nous a donné le plus complet document qui existe sur Pasteur. En lisant ces pages, où se trouvent retracées pieusement toutes les époques de sa vie, on revit non seulement l'histoire de ses découvertes, mais aussi la vie intime de l'illustre savant. C'est à juste titre que le docteur Roux a dit du grand maître les paroles que Valléry-Radot a mis en tête de son beau livre :

« L'œuvre de Pasteur est admirable; elle montre son génie, mais il faut avoir vécu dans son intimité pour connaître toute la bonté de son cœur ».

D^r Adrien Loir,

Ancien préparateur de M. Pasteur.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La constitution physique du Soleil. La *Revue* a récemment publié une longue étude sur les Eclipses et la constitution physique du Soleil ¹.

Nous voulons aujourd'hui revenir sur ce sujet à propos d'un mémoire important dont l'auteur est M. Kr. Birkeland, professeur à l'Université de Christiania. Dans ses *Recherches sur les taches du Soleil et leur origine*, M. Birkeland ne se montre pas satisfait par les nombreuses hypothèses émises jusqu'à ce jour sur l'intérieur du globe solaire.

L'intérieur du Soleil renferme évidemment de violents foyers thermodynamiques qui se manifestent de temps à autre au dehors, à travers la photosphère : les taches et les facules du Soleil doivent figurer au nombre de ces indices. Il est donc rationnel de rechercher les moyens de constater, à l'aide d'observations faites sur les taches et les facules, s'il existe une certaine persistance dans ces foyers, supposés cachés à l'intérieur du Soleil, s'ils donnent lieu à des éruptions à retour périodique et si, dans la suite des temps, les différents foyers forment entre eux une configuration de quelque invariabilité.

M. Birkeland examine d'abord le cas très simple où, à l'intérieur du Soleil, tournerait un noyau contenant un ensemble, à configuration fixe, de centres éruptifs distincts, bien séparés les uns des autres, et trahissant de temps à autre leur position instantanée en donnant lieu à des taches, au-dessus d'eux, sur la surface de la photosphère. Mais, en réalité, lorsqu'on veut procéder à une recherche sur la persistance des foyers qui pourraient exister ainsi à l'intérieur du Soleil et servir de centre à des cataclysmes thermodynamiques, il convient de ne pas s'imaginer que de tels foyers existent, soit de façon distincte, soit séparés les uns des autres : on doit, au contraire, imaginer qu'il existe un système extrêmement compliqué de cratères et de fissures, enchevêtrés les uns dans les autres.

En outre, on ne peut pas admettre comme évident que chaque volcan trahit sa position momentanée par des taches faisant leur apparition juste au-dessus du cratère considéré : car, si l'on veut bien considérer que les masses dont se composent les taches doivent traverser la photosphère, il est manifeste que les courants dominant dans celle-ci doivent, jusqu'à un certain point, influencer sur la position qu'aura finalement la tache à l'instant de son apparition. Tout ce que l'on peut donc supposer, c'est que les taches apparaîtront au voisinage des points de la surface solaire qui sont situés au-dessus de centres éruptifs internes.

Pour ces motifs, il faut renoncer à l'idée que l'on pourra obtenir la coïncidence parfaite des taches au

¹ Voir : J. MASCART : Les Eclipses et la constitution physique du Soleil, dans la *Revue* des 15 et 30 mars 1901, t. XII, p. 213 à 222 et 270 à 282.

dessus des foyers auxquels elles doivent leur origine : mais, cependant, il était intéressant, et c'est ce qu'a fait M. Birkeland, de rechercher s'il existe une répartition nettement accusée des taches, subsistant d'une façon générale, invariable d'une année à l'autre, pour des dizaines ou peut-être même pour des centaines d'années.

M. Birkeland, en se basant sur plus de 2.000 observations de taches solaires empruntées, soit aux *Greenwich Observations*, soit à Carrington (*Observations of solar spots*), soit à De la Rue, Stewart, etc..., est conduit à cette hypothèse qu'il y aurait dans l'intérieur du Soleil un noyau, ayant une stabilité relativement considérable, et possédant une période unique de rotation de 25 jours, 149 : ce noyau contiendrait les centres d'éruption qui, pendant de longues années consécutives, occasionnent des éruptions périodiques et traînés par des taches à la surface du Soleil.

Un tel résultat une fois admis, il reste impossible de défendre l'hypothèse suivant laquelle l'intérieur du Soleil serait gazeux, du moins au sens qu'on attache d'ordinaire à la notion de cet état d'agrégation. En effet, nous ignorons *a priori* quel est l'état des corps qui doit être le plus stable aux températures en question, et sous des pressions énormes longtemps prolongées. Espérons que M. Birkeland trouvera des éléments pour la solution de ce dernier problème dans les curieuses expériences que poursuit M. Tammann, sur les changements subis par la viscosité des corps lorsqu'on les soumet à des pressions considérables¹.

Quoi qu'il en soit, cette hypothèse de M. Birkeland, tendant à supposer le noyau du Soleil d'une rigidité effective au moins comparable à celle de l'acier, est des plus intéressantes, et il est à souhaiter que les recherches du savant professeur de Christiania, tant sur la constitution physique du Soleil que sur l'influence des planètes sur les taches solaires, le conduisent à un résultat encore plus certain. Les travaux de M. Birkeland sont une nouvelle preuve que la Physique et l'Astronomie sont déjà arrivées au degré de développement où les sciences, après s'être d'abord séparées, se rejoignent et permettent des synthèses générales : en outre, il devient de plus en plus évident que l'astronomie moderne ne peut manquer d'instruction générale, notamment sur la Physique, et qu'il est grand temps pour lui d'abandonner les errements de ses anciens.

§ 2. — Météorologie

La foudre en boule. — Une récente observation de foudre globulaire, communiquée par M. J. Violle à l'Académie des Sciences de Paris, vient de nouveau d'attirer l'attention du monde savant sur cet étrange phénomène, qui touche à la fois à la Météorologie et à la Physique : la foudre en boule.

Devant de pareils faits, il n'est guère possible de se soustraire à l'idée qu'il existe une espèce de matière subtile, susceptible de s'unir temporairement avec la matière ordinaire : c'est cette matière fulgurante qui jouirait de la propriété d'entraîner dans sa course des sphères incandescentes composées de gaz ramassés dans l'atmosphère ; c'est elle qui donnerait, à ces effrayants mobiles, des mouvements désordonnés, en quelque sorte volontaires.

Qu'est-ce, en réalité, que cette *matière fulgurante*, dont Arago parle à chaque instant dans sa célèbre Notice sur le Tonnerre ? Nous ne nous chargerons, pas plus qu'il ne le fait lui-même, de la définir.

Mais, bien que nous ne puissions rattacher encore ces faits extraordinaires à l'ensemble de nos idées scientifiques, bien que nous ignorions la nature de la substance fulgurante, que nous connaissions à peine les phénomènes dont elle est, sinon l'agent, du moins la matière première, il nous serait vain, désormais, de

ne pas tenir compte des cent cinquante cas de foudres globulaires authentiques réunis par le Dr Sestier, dans son savant ouvrage, et des nombreuses observations plus récentes de ce phénomène.

Le 18 août 1777, à 9 heures du soir, on vit un globe de feu de 2 à 3 pieds de diamètre frapper le paratonnerre de l'Observatoire de Padoue ; le même phénomène fut observé au village de Villers-la-Garenne, le 18 août 1792 ; le 24 décembre 1821, une troisième boule de feu atteignait le paratonnerre d'une maison de Grabon.

Nous voyons, dans les *Annales* de Poggendorf, que, il y a une cinquantaine d'années, un autre éclair en boule apparut près de la ville de Cœthen, dans le duché d'Anhalt : cette fois, du moins, il y avait un grand nombre de personnes qui, toutes, virent la sphère merveilleuse couverte d'une teinte d'un vert clair. M. Colon, ancien vice-président de la Société géologique de France, vit une boule descendre lentement du ciel sur la terre en suivant l'écorce d'un peuplier : elle n'exigea pas moins de cinq à six minutes pour aller du sommet jusqu'à la base, comme si elle avait à vaincre la résistance de l'air ; mais elle choqua le sol, rapide comme l'éclair, rebondit et disparut sans avoir éclaté.

En 1823, dans un orage observé par le Professeur Schübler, au-dessus de la forêt Noire, on aperçut deux globes lumineux remorqués par deux langues de flammes. L'amiral Duperry raconte qu'il assista, dans les îles de la Sonde, au spectacle effrayant d'un nuage sphérique qui lançait dans toutes les directions des éclairs et des tonnerres. Du globe de feu qui fit invasion dans l'église de Stralsund sortirent plusieurs grenades qui se brisèrent avec un fracas énorme. Le globe fulminant de Beaujon fit autant de dégâts, autant de bruit qu'une machine infernale qui aurait éclaté dans la rue : il lança une douzaine de foudres en zigzag, qui frappèrent de tous côtés les objets environnants ; l'une d'entre elles troua un mur, comme l'eût fait un boulet de canon. Un autre éclair perça le mur d'une grange à Effels pour tuer deux vaches et une jument qui s'y trouvaient attachées. Un globe fulminant, ayant éclaté à Everdou au milieu d'une grange remplie de moissonneurs, en blessa ou foudroya plusieurs : on trouva un grand nombre de brûlures lenticulaires à la surface du corps des victimes.

Nous pourrions aisément multiplier les exemples ; mais arrivons enfin à l'observation de M. Violle : « ... Tout à coup, écrit-il, je vis une boule de feu paraissant tomber du ciel, à la façon d'une pierre... Peu après, la région considérée fut encore illuminée à plusieurs reprises par des éclairs en effluves, sous forme de décharges diffusives localisées en un espace restreint. » M. Violle ne croit pas possible d'attribuer à une erreur d'optique le phénomène qu'il a vu et qui a été vu, en même temps, de façon identique, par une personne placée à côté de lui et à laquelle le phénomène arracha une exclamation immédiate.

Quelques mots maintenant de la dimension du tonnerre en boule. Le volume de ces sphères brillantes n'est jamais bien considérable : sur quarante et une observations qui évaluent approximativement les dimensions du météore, on n'en trouve qu'une seule dans laquelle il ait dépassé un mètre ; le plus souvent on le compare au globe apparent de la lune, quelquefois même à une bille d'enfant.

Presque toujours ces boules fulminantes se déplacent aussi lentement que celle qui visita les rues de Milan : des curieux purent marcher derrière elle pendant trois ou quatre minutes avant qu'elle n'allât échouer sur la croix d'un clocher. Quelquefois, par exemple, les observateurs qui ont vu passer ces curieux météores purent s'imaginer qu'ils étaient entraînés par un léger courant d'air, tant leurs allures semblent nonchalantes.

Ce sont là des faits bien curieux qui nous montrent, une fois de plus, que notre connaissance de la Nature est encore fort imparfaite, et que l'étude du monde qui nous entoure nous réserve encore bien des surprises.

¹ G. TAMMANN : *Über die Grenzen des festen Zustandes*, I-IV, dans les *Wied. Ann. et Ann. der Physik* ; 1897-1900.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La destruction des ordures et la production de l'énergie électrique. — La question de la combustion des ordures des villes et de la production, au moyen de la chaleur dégagée, de vapeur et d'énergie mécanique ou électrique est une de celles qui intéressent le plus, actuellement, les ingénieurs. Un éminent technicien anglais, M. J.-S. Highfield, vient de communiquer au Congrès des Associations électriques municipales, à Glasgow, le résultat de ses expériences en la matière, en qualité de directeur d'une station d'énergie électrique à St-Helens, où la plus grande partie de la vapeur est produite par la chaleur de combustion des ordures ménagères. Voici quelques-unes des remarques les plus intéressantes faites par M. Highfield :

Il est absolument certain que dans la plupart des villes, dans toutes, sauf dans les villes côtières, il n'y a pas de meilleur moyen pour se débarrasser des ordures ménagères, que celui de l'incinération, et le but principal de tout destructeur doit être de brûler les ordures d'une façon parfaitement hygiénique. Dans les villes ayant 100.000 habitants ou plus, il sera généralement plus économique d'avoir deux emplacements, et dans les très grandes villes plus de deux, car le prix supplémentaire du transport dépasse l'économie réalisée en brûlant toutes les ordures dans un grand destructeur central. A St-Helens, il y a deux destructeurs; le prix de transport par tonne au n° 1, est de 3 fr. 15, et au n° 2 de 3 fr. 45 aussi; si toutes les ordures étaient transportées au n° 1, le prix moyen par tonne serait de 3 fr. 65.

Si l'on considère la question de l'emplacement, là où deux ou un plus grand nombre de destructeurs sont nécessaires et où il n'existe pas déjà de station centrale, il est préférable de placer le plus grand destructeur sur un emplacement qui soit aussi convenable pour la station centrale, et de choisir cet emplacement de façon que le transport ne soit pas trop cher depuis les districts où les ordures fournissent le meilleur combustible. Si une station centrale existe déjà, et si l'emplacement est suffisamment grand, et dans une position suffisamment favorable au point de vue du transport, alors naturellement ce sera l'emplacement pour le destructeur des ordures.

Si l'on n'y adjoint pas de chaudières, un bon destructeur doit réaliser les conditions suivantes: 1° tirage forcé; 2° disposition convenable des carneaux doubles; 3° chargement rapide des matières; 4° chambres de dépôt ou installations pour empêcher la poussière d'entrer dans la cheminée; 5° dispositions pour enlever rapidement et à bon marché le mâchefer.

Si, au moyen de l'incinération des ordures ménagères, on désire obtenir une grande quantité de vapeur, il est nécessaire de fournir :

1° Une chaudière à haute pression en relation avec chaque four; il doit y en avoir au moins deux, dont une de rechange;

2° Chaque fourneau doit avoir deux divisions ou cellules, dont une doit toujours être allumée, pendant que l'autre est nettoyée ou chargée;

3° Des carneaux dérivés de façon que toute chaleur excédente puisse être envoyée directement dans la cheminée;

4° Des dispositions pour empêcher l'air froid d'entrer dans la chaudière pendant le chargement ou le nettoyage;

5° Des carneaux en double pour permettre aux fourneaux d'être employés continuellement de semaine en semaine, une série de carneaux étant refroidie pour le nettoyage périodique.

Généralement, quand un destructeur est adjoint à une station d'énergie électrique, on a en réserve une grille séparée pour pouvoir brûler du charbon sous la chaudière. Cela est seulement nécessaire quand, pour une raison quelconque, on désire chauffer les chaudières

sans ordures ménagères, avec du charbon seulement, ou quand les ordures sont d'une qualité excessivement variable.

L'auteur n'a encore jamais employé de charbon pour aider les feux du destructeur, mais quelquefois les ordures ménagères ont été de mauvaise qualité et il a été nécessaire d'aider le destructeur avec de la vapeur d'autres chaudières. Il a trouvé bon de mélanger du mâchefer et des cendres aux ordures ménagères quand elles consistent principalement en poisson et en papier; par ce moyen ces matières brûlent d'une meilleure façon; on obtient plus de vapeur et aussi on se débarrasse d'une grande quantité de produits d'une façon économique.

Un des facteurs les plus importants de la production de la vapeur consiste dans la rapidité de chargement et de nettoyage des fourneaux. Le carneau ci-dessus mentionné doit être en double ou disposé de façon que les fourneaux n'aient jamais besoin d'être arrêtés; les dispositifs du tirage forcé devraient être aussi en double.

La vapeur doit être produite sans interruption pendant environ 16 heures, et, si possible, pendant 24 heures chaque jour. Il n'est désirable en aucune façon de faire marcher le destructeur de façon à suivre les variations d'un circuit de lumière; si un circuit de lumière doit être alimenté, et si la charge du jour est petite, l'emploi du destructeur doit être limité à la fourniture d'une faible part de la charge. Dans le cas d'une installation à courant direct, une grande batterie d'accumulateurs est le complément le plus utile; elle permet d'améliorer le facteur de charge et par conséquent l'utilisation de la vapeur.

Le meilleur moyen d'installer le destructeur dans un cas semblable est d'établir une chaudière beaucoup trop grande pour que le destructeur puisse vaporiser seul toute sa capacité. Quand la charge la plus forte se produit, on peut brûler du charbon dans le second fourneau pour produire la quantité totale de vapeur nécessaire.

Si cependant la vapeur est employée en rapport avec une station de traction, ou une station qui fournit à la fois de l'énergie pour l'éclairage et la traction, alors la vapeur du destructeur peut avoir un meilleur emploi.

L'installation dont l'auteur est chargé, à Saint-Helens, consiste en deux fourneaux de Beaman et Dea, chacun partagé en deux cellules, chaque fourneau servant à donner de la vapeur, à sa capacité entière, à une chaudière Babcock de 1.470 pieds carrés de surface de chauffe. Le tirage forcé est fourni par un ventilateur de 18 chevaux, la pression moyenne dans les cendriers fermés étant de 3 pouces. L'installation de la station centrale consiste en cinq générateurs de vapeur d'un rendement total de 1.000 kilowatts. En plus de la vapeur des chaudières du destructeur, de la vapeur est fournie par une batterie de 4 chaudières Lancashire de 30×8 pieds.

La distribution de la vapeur est arrangée de façon à ce que deux moteurs d'une capacité de 125 kw. puissent être commandés par le destructeur indépendamment des autres chaudières; d'autre part, les chaudières du destructeur et les chaudières du Lancashire peuvent fournir toute la vapeur en parallèle; dans chaque circuit de machine, un wattmètre-heure enregistreur est disposé pour mesurer le rendement du générateur. D'habitude, l'énergie nécessaire pendant la journée est fournie par les destructeurs seulement, commandant un ou deux moteurs de 125 kilowatts; plus tard, quand on a besoin d'une plus grande quantité de force, on met parallèlement les deux séries de chaudières en travail.

Le travail pendant cette année a été quelque peu entravé par suite de la nouvelle installation; un grand nombre de changements et de reconstructions ont été faits, ce qui a empêché d'obtenir le rendement maximum du travail.

On a trouvé que la valeur calorifique du combustible était bien supérieure en été qu'en hiver. Les ordures

varient quelque peu de qualité d'un jour à l'autre. Voici les chiffres relatant le travail du 31 mars 1900 au 31 mars 1901 pour un destructeur d'ordures à deux chaudières :

	TOTAL pour l'année	MOYENNE par semaine
Poids d'ordures brûlées . . .	9.778 tonnes.	188 tonnes.
Energie électrique employée pour conduire le ventila- teur et les autres moteurs.	70.000 unités.	1.346 unités.
Unités produites par la va- peur	365.000 —	7.019 —
Dépenses de chauffage. . . .	48.750 francs.	360 fr. 60.
Frais de réparations	2.150 —	41 fr. 35.
Frais totaux	20.900 —	401 fr. 95.
Poids du mâchefer produit.	3.900 tonnes.	75 tonnes.
Valeur du mortier vendu . . .	5.538 fr. 05.	106 fr. 45.
Valeur des unités électri- ques produites, à 0 fr. 30 par unité	11.250 francs.	216 fr. 35.

Moyenne par tonne d'ordures brûlées.

Unités produites	37,3 unités.
Unités employés pour les travaux	7,1 —
Prix de la combustion (comprenant les salaires, la lumière et la force)	2 fr. 30.
Prix des réparations (salaires et matériel)	0 fr. 13.
Prix total de destruction	2 fr. 60.
Prix pour enlever le mâchefer qui n'est pas autrement employé	0 fr. 57.
Prix total pour détruire les ordures et pour enlever une partie du mâchefer.	3 fr. 18.

Par les chiffres ci-dessus, on voit que l'économie nette due à l'emploi du destructeur en combinaison avec une station électrique, est de 11.250 francs, moins 4.250 francs pour réparations de chaudière, et moins 2.250 francs, représentant l'intérêt et l'amortissement d'une somme de 37.500 francs (prix supplémentaire pour les chaudières faisant marcher les broyeurs de mortier, le ventilateur, etc.). Il reste un bénéfice de 7.750 francs, ou 41 % des frais totaux.

Le prix pour incinérer les ordures et enlever le mâchefer est donc réduit de 3 fr. 15 par tonne à 2 fr. 40 par tonne.

Il faut remarquer qu'en plus de la vapeur fournie pour les travaux électriques, le destructeur en fournit aussi pour faire marcher deux broyeurs à mortier et un treuil à vapeur.

§ 4. — Chimie

Nouvelles recherches sur l'affaiblissement des clichés photographiques. — Il y a quelques années, MM. Lumière et Seyewetz¹ ont montré que le persulfate d'ammoniaque jouit de propriétés précieuses permettant de l'employer à l'affaiblissement des clichés photographiques. A la suite de ces recherches, diverses substances douées de propriétés oxydantes ont été proposées comme affaiblisseurs, agissant davantage sur les parties très opaques du cliché que sur les portions de moindre intensité, et permettant ainsi d'affaiblir les clichés manquant de pose et trop développés sans atténuer l'importance des détails des parties les plus transparentes.

Citons, parmi ces substances : l'eau oxygénée², le permanganate de potassium additionné d'acide sulfurique³, et même le bichromate de potassium additionné d'acide sulfurique.

MM. Lumière et Seyewetz ont examiné comparativement ces divers composés et ont mis en lumière quelques particularités intéressantes du persulfate d'ammoniaque :

1° Le persulfate d'ammoniaque agit plus rapidement lorsque le cliché soumis à son action est humide que lorsqu'il est sec;

2° L'action affaiblissante du persulfate d'ammoniaque ne se manifeste qu'au bout d'un temps relativement long, après l'immersion dans le bain; mais, dès que cette action a commencé, elle se continue régulièrement, tandis qu'avec tous les autres affaiblisseurs, même dans le cas du permanganate de potassium additionné d'acide sulfurique, l'action affaiblissante commence presque immédiatement après l'immersion du cliché dans la solution;

3° Les clichés affaiblis au persulfate d'ammoniaque doivent être plongés dans une solution susceptible de détruire l'excès de persulfate d'ammoniaque qui mouille le cliché (solution de sulfite ou de bisulfite alcalin), sinon l'action affaiblissante s'exerce encore quelque temps après que le cliché a été retiré du bain, même sous l'eau de lavage. Cette précaution n'est pas nécessaire avec les autres affaiblisseurs, car l'action cesse dès qu'on les retire de la solution pour les laver;

4° Quelle que soit la concentration de la solution de persulfate, le résultat final est constant au point de vue du rapport des intensités entre les parties opaques et les parties transparentes; seule la rapidité de l'action varie et se trouve d'autant plus diminuée que la solution est plus étendue. Il n'en est pas de même des autres affaiblisseurs qui donnent des résultats différents suivant qu'ils agissent en solution étendue ou concentrée;

5° Le voile produit par surexposition ou par un développement trop prolongé n'est pas sensiblement atténué par l'action du persulfate d'ammoniaque, tandis qu'il peut être détruit par tous les autres affaiblisseurs.

Ces différences essentielles, qui paraissent exister entre le mode d'action du persulfate d'ammoniaque et celui des autres substances affaiblissantes, ont conduit MM. Lumière et Seyewetz à rechercher un moyen de mettre en évidence d'une façon précise les résultats fournis par les divers affaiblisseurs.

Dans ce but, ils ont impressionné une plaque sensible de façon à produire sur celle-ci une série de bandes verticales continues correspondant à des temps de pose croissants, en prenant la précaution de commencer par un temps de pose extrêmement faible. Ils ont ainsi obtenu, d'une extrémité à l'autre de la plaque, une échelle d'intensités variées dont le premier terme est très faible et le dernier très intense. En divisant ensuite cette plaque, dans un sens perpendiculaire aux bandes formant l'échelle, en autant de parties qu'il y avait d'affaiblisseurs à comparer, on peut en affaiblissant chacune d'elles de façon à ramener l'impression la plus opaque à être la même sur toutes les bandes, juger facilement ainsi par comparaison que est celui des affaiblisseurs qui attaque le moins les parties les plus transparentes des bandes.

Dans ces conditions ont été expérimentés les affaiblisseurs suivants : 1° A l'eau oxygénée; 2° Au persulfate d'ammoniaque; 3° Au permanganate de potassium et à l'acide sulfurique (formule Namiass); 4° Au sulfate cérique; 5° Au ferricyanure de potassium et à l'hyposulfite de soude; 6° Au bichromate de potassium et à l'acide sulfurique.

Les résultats obtenus montrent que le persulfate d'ammoniaque est bien le seul des affaiblisseurs préconisés jusqu'ici, qui, pratiquement, permette d'atténuer l'intensité des parties opaques des clichés sans détruire les faibles impressions. MM. Lumière et Seyewetz ont, en outre, observé que les résultats obtenus avec le persulfate d'ammoniaque peuvent varier suivant la nature du révélateur ayant servi à développer le cliché soumis à l'action de cet affaiblisseur.

Ainsi l'action spéciale du persulfate d'ammoniaque, qui est très marquée lorsque le cliché a été développé au diamidophénol, ou avec la plupart des révélateurs, se trouve non seulement atténuée, mais complètement inversée lorsque le développement a lieu avec le paramidophénol. Dans ce cas, le cliché affaibli au persulfate d'ammoniaque conserve beaucoup moins de détails

¹ Bulletin de la Société fr. de Photographie, 1898.

² ANDRESEN : Photographische Correspondenz, 1898.

³ NAMIASS, Bull. della Società fotografica italiana, 1899.

dans les parties les plus transparentes que s'il a été soumis à l'action des autres affaiblisseurs.

Le développeur au paramidophénol paraît être le seul présentant vis-à-vis de l'emploi du persulfate d'ammoniaque cette curieuse anomalie; tous les autres révélateurs expérimentés se comportent, à cet égard, comme le diamidophénol. C'est dans le cas de photographes développés avec le dernier révélateur que l'on peut retirer les plus grands avantages de l'emploi du persulfate d'ammoniaque.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Les Expéditions antarctiques anglaise et allemande. — On peut certainement attendre d'importants résultats scientifiques des deux grandes expéditions, l'une anglaise, l'autre allemande, qui sont parties, dans le courant du mois d'août dernier, pour les régions polaires antarctiques. Non seulement elles sont organisées de longue date et avec un très grand soin; mais, comme il doit être procédé par l'une et l'autre à diverses études et notamment aux observations magnétiques et météorologiques d'après un programme élaboré en commun par les savants des deux pays, cette enquête méthodiquement poursuivie dans les régions les plus méridionales de l'hémisphère sud ne peut manquer d'être d'un grand profit pour la science.

L'expédition anglaise, qui a pu être organisée grâce surtout aux efforts de Sir Clements Markham, président de la Société royale de Géographie de Londres, a pris la mer le 6 août, et le navire qui la porte, la *Discovery*, sorte de baleinière, réunit toutes les conditions de construction désirables pour résister aux plus forts assauts des glaces. Il a été construit à Dundee sur les plans de la *Discovery*, dont il a pris le nom, l'un des bâtiments de Sir John Nares dans son expédition arctique de 1872-1873, et il passe pour présenter une force de résistance supérieure à celle du *Fram*, de Nansen. Long de 55 mètres sur 10^m, 40 de large, le navire de l'expédition anglaise déplace 1.370 tonnes. Sa machine à vapeur est forte de 450 chevaux; sa mâture et sa voilure sont disposées de telle sorte qu'il pourra profiter du moindre souffle de vent. Le navire est en chêne et sa résistance aux pressions du dehors est assurée par des revêtements extérieurs et par un système de poutres geminées, unissant diverses parties de sa carcasse. Les laboratoires sont installés des deux côtés du pont supérieur, et l'observatoire magnétique est isolé soigneusement de toute influence perturbatrice extérieure. Des canots destinés aux explorations polaires sont suspendus aux flancs du navire; il emporte aussi ce qui est nécessaire pour armer un ballon captif qui, sur la banquise, servira d'observatoire.

La *Discovery* est commandée par le capitaine Scott, de la Marine royale, avec le lieutenant Armitage comme second, et c'est de lui que dépend l'état-major scientifique civil. Les travaux savants devaient être d'abord dirigés par le Dr Gregory, professeur de Géologie à l'Université de Melbourne; il a été remplacé par M. George Murray, Directeur du département botanique au British Museum, qui n'accompagnera pas ses collègues au delà de Melbourne. Avec l'équipage, le navire compte à son bord quarante-huit personnes.

L'expédition allemande, dont le promoteur est le Dr G. Neumayer, est en préparation depuis plusieurs années et a été également organisée avec le soin le plus minutieux. Le navire qui la porte a reçu le nom d'un des plus célèbres mathématiciens allemands: c'est le *Gauss*. Ce navire, qui est par le grément un trois-mâts goélette, mesure 50^m, 40 de longueur sur 10^m, 50 dans sa plus grande largeur. Un modèle du *Gauss* a figuré à l'Exposition de 1900.

A bord se trouve un pavillon aux parois épaisses, où sont logées la table et les cartes pour les travaux magnétiques; de même que sur la *Discovery*, le fer est banni de toute cette partie du navire. Une grue en fer massif est, à l'autre extrémité, destinée à lancer et à

retirer les filets que le vaisseau laisse traîner au fond de la mer. Dans le salon des officiers et des savants, sont rangés les divers instruments devant servir aux observations météorologiques et autres, et notamment les thermomètres pour mesurer la température au fond de la mer. Dans l'entrepont, se trouve tout le matériel nécessaire pour gonfler sept fois le petit ballon qu'emporte avec lui le navire, ainsi que de nombreux cerfs-volants qui feront connaître la direction du vent.

Le chef de l'expédition est le Professeur Erich von Drygalski, le savant explorateur des glaciers du Groenland; c'est l'Empereur lui-même qui lui en a confié la conduite. Il se chargera spécialement des travaux océanographiques et géodésiques, et il est accompagné de plusieurs autres savants; mais, ce qui est remarquable dans l'organisation de cette expédition, c'est qu'il a la haute main sur le capitaine du navire lui-même. Le Professeur von Drygalski a le droit de disposer entièrement du vaisseau et de tous ses moyens d'action, ainsi que de tout son personnel; ce droit n'est limité que dans le cas de péril du navire ou de la vie de l'équipage. On pense généralement que ce mode d'organisation, qui n'a pas été admis pour l'expédition anglaise, est le seul rationnel pour une importante mission scientifique. L'équipage comprend, en y joignant les officiers, vingt-huit hommes.

Afin de régler et de coordonner les travaux des deux expéditions, anglaise et allemande, les Comités antarctiques des deux pays ont divisé de concert les régions polaires antarctiques en quatre quadrants, en prenant comme méridien initial celui de Greenwich: 1^o Quadrant Victoria, du 90° de long. E. au 180°; 2^o Quadrant de Ross, du 180° au 90° de long. O.; 3^o Quadrant de Wedell, du 90° de long. O. à 0°; 4^o Quadrant d'Enderby, du 0° au 90° de long. E. Chacun de ces quadrants correspondra à un cadre spécial d'activité scientifique.

L'expédition de la *Discovery* a pour mission l'exploration des deux premiers quadrants, Victoria et Ross. Du Cap, le navire se dirigera sur Melbourne, puis sur le port de Lyttelton, dans la Nouvelle-Zélande; et, si tout se passe selon les prévisions, il sera dès la fin de l'année dans les régions glacées. Pendant l'été 1901-1902, l'expédition cherchera à reconnaître l'extension de la terre Victoria vers l'est, et elle passera, s'il est possible, l'hiver 1902 sur la côte ouest de cette masse continentale. Pendant cette période, des reconnaissances seront faites en traîneau vers le sud et vers la région volcanique du mont Erebus. La *Discovery* est équipée pour un voyage de trois années, c'est-à-dire pour deux hivernages dans les glaces du pôle sud. Dans le courant de 1902, un autre navire partira d'Angleterre pour ravitailler les explorateurs.

Le *Gauss* abordera la région opposée à celle que doit explorer l'expédition anglaise, c'est-à-dire le côté atlantique et indien du pôle sud, en prenant les îles Kerguelen comme base d'opération. Une station y sera installée à Three Island Harbour, pour exécuter des observations météorologiques et magnétiques, en même temps que d'autres seront faites aussi d'après le même programme dans certaines autres stations, notamment dans celle que la République Argentine doit installer dans l'île des Etats, grâce à l'intervention du Dr Moreno.

Des îles Kerguelen, qu'elle laissera dans le courant de décembre 1901, l'expédition fera route, d'abord vers l'est, jusqu'au 90° de long. E. de Gr., puis dans le sud. Le Professeur von Drygalski fera ensuite tous ses efforts pour atteindre les terres antarctiques et pour s'approcher, autant que possible, du pôle sud. Il cherchera à reconnaître les relations qui pourraient exister entre la terre Victoria et les terres de Kemp et d'Enderby. Il a le projet d'établir une station scientifique sur l'une des terres antarctiques, où les savants de l'expédition se livreraient à des recherches pendant une année. Le vaisseau restera en exploration au plus tard jusqu'en juin 1904. Si, à cette date, on n'avait pas reçu de ses nouvelles, une autre expédition serait envoyée à sa recherche.

Gustave Regelsperger.

LES GLANDES RÉGULATRICES DE LA CIRCULATION ET DE LA NUTRITION

L'étude des glandes vasculaires—corps thyroïdes, capsules surrénales et hypophyse—occupe actuellement une des premières places, sinon la première, parmi les recherches des physiologistes. Depuis une vingtaine d'années, ces organes, considérés jusqu'alors comme inaccessibles à une expérimentation méthodique, ont fait l'objet des études expérimentales les plus variées, tant chimiques que pathologiques. La voie avait été ouverte aux travaux de laboratoire par de nombreuses observations cliniques sur les maladies des glandes vasculaires et sur les graves perturbations qu'elles provoquent dans l'économie générale des organismes atteints. La symptomatologie de ces affections, admirablement décrite par certains cliniciens, avait sinon révélé le rôle physiologique de ces glandes, du moins indiqué la route où l'expérimentation devait d'abord s'engager pour le découvrir.

Ainsi s'explique la tendance des premiers expérimentateurs à reproduire artificiellement, chez des animaux, diverses lésions de ces organes, afin d'en observer les suites de plus près et dans des conditions variées. L'ablation totale ou partielle des glandes vasculaires, telle fut donc, au début, la méthode prédominante, presque exclusive, à laquelle recoururent, dans leurs innombrables recherches, physiologistes et pathologistes. Mais, pour être les plus anciens de la Physiologie, ces procédés d'expérimentation ne laissent pas d'offrir de graves inconvénients. Les résultats obtenus de la sorte n'autorisent que des conclusions excessivement restreintes et leur interprétation présente souvent des difficultés insurmontables. D'ailleurs, la méthode de l'extirpation ne peut être appliquée avec fruit que quand il s'agit d'organes facilement accessibles à l'opérateur, et surtout quand il est possible à celui-ci de les enlever soit en partie, soit en totalité sans porter atteinte aux organes voisins. Or, parmi les glandes vasculaires, seuls les corps thyroïdes et les parathyroïdes répondent à peu près à ces conditions. Pour ce qui est des capsules surrénales et de l'hypophyse, la méthode de l'extirpation ne saurait leur être appliquée sans produire des lésions et perturbations graves dans des appareils voisins, dont le fonctionnement est souvent plus important que celui de ces glandes elles-mêmes.

Aussi, quelque nombreuses et intéressantes que soient les observations recueillies par les recherches

expérimentales sur ces organes, elles n'ont pas réussi à nous fournir des données certaines et précises, susceptibles de nous en dévoiler le rôle physiologique. Pour s'en convaincre, il suffit de se rappeler le nombre incalculable d'hypothèses émises sur ce rôle, hypothèses contradictoires, dont aucune ne donnait satisfaction aux exigences des physiologistes. C'est surtout la thérapeutique des maladies de ces organes qui a profité des recherches effectuées; encore est-elle restée trop souvent toute empirique. Le concours que les investigations des chimistes ont pu prêter aux cliniciens devait également rester très limité, tant que le fonctionnement physiologique des glandes vasculaires n'aurait pas été suffisamment éclairci.

Cette étude ne pouvait être entreprise utilement que par des physiologistes, à l'aide des méthodes précises que leur science emploie avec tant de succès dans la détermination des fonctions d'autres organes. Pour les glandes vasculaires, notamment, il fallait recourir aux procédés d'*expérimentation directe* qui ont donné des résultats si brillants à Claude Bernard, Ludwig et autres dans leurs classiques recherches sur la glande sous-maxillaire. La physiologie de ces organes serait encore à présent lettre close pour la Science si l'on s'était contenté de les extirper pour en déterminer les fonctions. C'est en observant directement le jeu normal d'un organe qu'on en saisit le mieux le mécanisme. C'est en modifiant à volonté les conditions de ce fonctionnement qu'on arrive peu à peu à établir tous les détails d'un mécanisme d'ordinaire très complexe.

Aussi, quand, il y a cinq ans, j'abordai l'étude des glandes thyroïdes, c'est à cette méthode d'*expérimentation directe* que j'eus exclusivement recours. C'est à elle en première ligne que je dois les résultats précis et incontestables qui m'ont permis de fixer les traits principaux de la destination physiologique de ces corps¹.

I

Je débutai dans mes recherches par une étude anatomo-physiologique des nerfs des glandes

¹ Mes expériences sur les glandes thyroïdes, l'hypophyse et les capsules surrénales sont exposées en détail dans les nombreuses études publiées dans l'*Archiv von Pflüger*, vol. LXX, LXXI, LXXII, LXXIII, LXXIV, LXXVII, LXXXI et LXXXIII, et dans un volume : *Beiträge zur Physiologie*

thyroïdes, et cela chez trois animaux choisis de préférence pour mes expériences : le cheval, le chien et le lapin. En établissant l'origine, la distribution et le fonctionnement des nerfs vaso-moteurs des corps thyroïdes, je pus constater l'influence tout à fait hors pair qu'ils sont à même d'exercer aussi bien sur la circulation dans ces glandes elles-mêmes que sur la pression sanguine des artères voisines.

Leur action peut, en effet, accélérer considérablement la circulation du sang dans les glandes, *la quadrupler même, et diminuer d'une manière très sensible la pression sanguine dans les deux carotides*. Pour ces expériences, j'appliquai *directement* aux artères et aux veines des thyroïdes la méthode de mensuration de la pression sanguine et de la vitesse de la circulation. Pendant que celle-ci s'accroissait dans les vaisseaux de la glande sous l'excitation des nerfs thyroïdiens, je pus aussi observer *de visu* les changements de volume des vaisseaux lymphatiques, notamment leur gonflement considérable. Comme les substances colloïdes des thyroïdes quittaient la glande par ces derniers vaisseaux (Langendorff, Hürthle et autres), ce gonflement indiquait que l'excitation de certains nerfs thyroïdiens augmentait l'écoulement et très probablement la production même de ces substances.

Certains nerfs du cœur, notamment les nerfs dépresseurs et les nerfs pneumogastriques, exercent de leur côté un effet analogue sur la circulation sanguine dans les thyroïdes : les premiers nerfs — par une action réflexe sur les vaisseaux de la glande ; les pneumogastriques — grâce à l'augmentation de la force des pulsations cardiaques et au ralentissement de leur rythme.

La grande puissance des nerfs vaso-moteurs des thyroïdes et les limites très larges dans lesquelles elles peuvent, grâce aussi à leur extrême vascularité¹, varier la masse du sang qui les traverse, doivent forcément exercer une influence notable sur la circulation intra-cranienne. *La quantité du sang qui pénètre par les carotides dans le cerveau doit être déterminée en grande partie par l'état de la circulation dans les vaisseaux thyroïdiens ; ces derniers forment, pour ainsi dire, des écluses de défense à l'entrée même des carotides dans la boîte crânienne.*

Ce rôle purement mécanique des corps thyroïdiens, les médecins l'avaient depuis longtemps soupçonné en observant les augmentations péri-

diques de ces glandes pendant la menstruation et la grossesse, comme aussi certains rapports entre ces augmentations et les congestions cérébrales. Mes recherches n'ont fait qu'indiquer le mécanisme nerveux à l'aide duquel les thyroïdes peuvent remplir cette fonction régulatrice de la circulation crânienne.

Parmi les nombreuses substances extraites par les chimistes de ces glandes et représentées comme déterminant leur destination chimique, je choisis pour mes expériences l'*Iodothyryne* de Baumann, dont l'action sur les oxydations du corps avait déjà été très nettement démontrée par plusieurs recherches antérieures. Cette action concordant avec l'effet thérapeutique des glandes thyroïdes, employées dans leur intégrité ou par extraits aqueux, indiquait déjà clairement que l'*Iodothyryne* devait être classée parmi les principes actifs de la glande. Sa richesse en iode, dont l'efficacité dans le traitement de certains goîtres était connue depuis longtemps, parlait en faveur de la même conclusion. Une étude expérimentale sur les propriétés physiologiques de l'*Iodothyryne* s'imposait donc. Les résultats que j'obtins vinrent confirmer le grand rôle que la substance de Baumann joue dans le fonctionnement des glandes thyroïdes. Je pus, en effet, constater que l'*Iodothyryne exerce sur le système nerveux cardiaque et vaso-moteur une action considérable et très constante* : elle augmente et entretient l'activité et l'excitabilité des nerfs pneumogastriques, dépresseurs et vaso-dilatateurs, tandis que, par contre, elle diminue celles des nerfs accélérateurs et vaso-constricteurs. La véritable portée de cette action m'apparut surtout quand de nombreuses expériences, faites sur des animaux atteints d'affections strumenses¹, m'eurent révélé que *les dégénérescences et les atrophies des corps thyroïdes affaiblissent très notablement l'activité des nerfs pneumogastriques et dépresseurs, tandis qu'au contraire elles exaltent à un haut degré celle des accélérateurs et des vaso-constricteurs. L'effet général des affections strumenses très avancées est donc entièrement opposé à celui que produit l'introduction de l'Iodothyryne dans la circulation*. Ce fut là, sur la destination physiologique de cette substance, un trait de lumière permettant enfin d'éclaircir la véritable nature du processus qui s'accomplit dans les thyroïdes. Je dirigeai donc mes nouvelles recherches dans la voie indiquée. Bientôt je pus me convaincre que l'*Iodothyryne* est en mesure de rétablir l'excitabilité des pneumogastriques et des dépresseurs, même dans les cas où

der Schilddrüse, etc., Bonn, 1898. Une partie de mes recherches est résumée dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, années 1897 et 1898, et dans les *Archives de Physiologie*, n° 3, juillet 1898, etc.

¹ D'après les calculs de Sommering, le diamètre des vaisseaux des thyroïdes représente huit fois celui des artères cérébrales.

¹ Mes recherches furent exécutées dans le Laboratoire de Physiologie de Berne ; or, dans cette ville, comme dans beaucoup d'autres villes suisses, la plupart des animaux sont atteints de goîtres.

celle-ci a été complètement éteinte par la mise hors fonction des glandes thyroïdes. C'est après cette constatation que je me mis à étudier les effets de l'ablation des corps thyroïdes sur le système nerveux cardiaque. Ici encore, les résultats de mes expériences furent on ne peut plus concluants. Les premiers jours, après la thyroïdectomie, le fonctionnement normal des nerfs cardiaques et vaso-moteurs est complètement bouleversé. Le mot *anarchie* est le seul qui rende exactement l'état anormal dans lequel se trouvaient les nerfs dont la tâche consiste à régulariser les fonctions des organes de la circulation. Cet état dure plus ou moins longtemps ; il cède ensuite la place à une série de modifications plus fixes dont j'ai pu constater la persistance huit et dix mois après l'opération. Ces phénomènes consistent en *une exagération de l'action des nerfs accélérateurs et vaso-constricteurs, jointe à une diminution considérable de l'activité des nerfs modérateurs et régulateurs du cœur et des vaisseaux*. Cet état correspond donc entièrement à celui observé dans la plupart des animaux goitreux, et — comme chez ces derniers — l'introduction de l'iodothyryne fut à même de rétablir l'équilibre troublé et de rendre aux nerfs modérateurs et vasodilatateurs leur excitabilité diminuée ou abolie.

Fait très important à relever : les modifications que les affections strumeuses ou la thyroïdectomie amènent dans le système nerveux cardiaque et vaso-moteur s'étendent aussi bien aux centres cérébro-spinaux de ces nerfs qu'à leurs centres périphériques situés dans les ganglions du grand sympathique et du cœur lui-même. Bien plus, il n'est pas jusqu'aux troncs nerveux qui ne soient souvent atteints dans le même sens. Or, l'iodothyryne exerce aussi son action bienfaisante sur tous les centres du même système nerveux. Ainsi, par exemple, elle provoque une notable augmentation de la force des battements du cœur en même temps que leur ralentissement, même après la section préalable des deux pneumogastriques.

La grande importance physiologique de l'iodothyryne ainsi établie, il devenait nécessaire de déterminer quelle part dans son action revient à l'iode qu'elle contient. Le Dr Barbèra voulut bien, à ma demande, exécuter des recherches expérimentales sur l'action de l'iode pur et de l'iodure de sodium sur les mêmes systèmes nerveux, tant chez les animaux pourvus de glandes normales et strumeuses que chez les sujets thyroïdectomés. Le résultat capital de ces expériences fut que l'action de l'iode était dans tous les cas opposée à celle de l'iodothyryne. *L'iode agissait sur les nerfs du cou et des vaisseaux dans le même sens que la thyroïdectomie ou les affections strumeuses*. L'iode et l'iodothyryne étaient donc, au point de vue de leur

action sur le système nerveux, des antagonistes. Bien plus, l'iodothyryne pouvait agir comme antidote de l'iode, et plusieurs fois je réussis à neutraliser les effets paralysants de *1 gramme d'iode* par une injection intraveineuse de 2 centimètres cubes d'iodothyryne, ne contenant que 1 milligr. 8 d'iode.

Étant donné cet antagonisme entre l'iodothyryne et l'iode dans leur action sur les pneumogastriques, il était d'un très grand intérêt de rechercher comment ces deux substances se comporteraient vis-à-vis de l'atropine et de la muscarine qui exercent, comme l'on sait, une action contraire sur les mêmes nerfs cardiaques. La puissance de l'iodothyryne irait-elle jusqu'à rétablir l'excitabilité des pneumogastriques paralysés par l'atropine ? L'iode, de son côté, pourrait-il inhiber la forte et souvent mortelle excitation des pneumogastriques provoquée par la muscarine ? De nombreuses expériences donnèrent des réponses affirmatives aux deux questions : l'iodothyryne est un énergique antidote de l'atropine, comme l'iode est un antidote de la muscarine. Indépendamment du haut intérêt qu'ils présentent pour la pharmacologie¹, ces faits, faciles à observer, précisent encore davantage le rôle important de l'iodothyryne dans le fonctionnement de la glande thyroïde : en dehors de sa faculté d'accélérer les échanges organiques et d'augmenter la production de l'urée, l'iodothyryne est, en effet, destinée à entretenir le bon fonctionnement des nerfs modérateurs du cœur et des vasodilatateurs et à les défendre contre des agents toxiques et nuisibles.

En résumé, l'expérimentation directe sur les glandes thyroïdes a mis en lumière des fonctions bien déterminées de ces organes : une fonction *mécanique*, toute locale en apparence, consistant à régulariser la circulation du sang dans la boîte crânienne, et la fonction *chimique* plus générale que je viens de préciser. Quels sont les rapports entre ces deux fonctions des corps thyroïdes et cette seconde propriété de l'iodothyryne, déjà connue avant mes recherches, d'augmenter notablement les échanges organiques ? Je reviendrai sur cette question d'une portée générale à la fin de mon exposé, parce qu'elle se pose également et presque dans les mêmes termes à propos du fonctionnement des autres glandes vasculaires.

Auparavant, je veux résumer les résultats de mes recherches ultérieures, instituées surtout pour mieux approfondir la nature et les fonctions des corps thyroïdes.

¹. Jusqu'à présent l'atropine avait été considérée comme un poison absolu pour les pneumogastriques et cette substance pouvait seule inhiber les effets mortels de la muscarine.

II

C'est l'antagonisme physiologique entre l'iode et l'iodothyriane qui, selon moi, constitue le nœud du problème chimique à résoudre dans l'étude des fonctions des glandes thyroïdes. Parmi les nombreux travaux des chimistes, ceux qui se rattachaient de plus près aux recherches de Baumann sur l'iodothyriane devaient donc être les plus intéressants pour le physiologiste. C'est par là que les études d'un élève de Baumann, le Dr Oswald, se recommandaient tout particulièrement à mon attention.

Prenant pour point du départ de ses recherches l'assertion de Baumann que l'iodothyriane existe dans les thyroïdes unie à un corps albuminoïde, Oswald s'attache à isoler ce corps et à en étudier les propriétés chimiques et physiologiques. Il réussit à dégager dans la thyroïde deux substances albuminoïdes dont l'une contenait de l'iode et était libre de phosphore, tandis que l'autre, au contraire, était libre d'iode et contenait du phosphore. Conformément à leurs propriétés chimiques, Oswald dénomma la première thyroïoglobuline et désigna la seconde comme nucléo-protéide. Les deux substances se trouvent dans la masse colloïde de la glande, qui ne serait qu'un mélange de ces deux corps.

C'est la thyroïoglobuline qui nous intéresse le plus, puisque c'est elle qui contient l'iode sous forme d'iodothyriane. Ainsi que l'avaient montré quelques expériences d'Oswald, la thyroïoglobuline exerce sur les oxydations dans l'organisme les mêmes effets que la substance de Baumann ou la glande thyroïde ingérée intégralement.

Il était donc du plus haut intérêt d'éprouver son action sur les appareils nerveux qui régularisent la circulation du sang. Les études expérimentales faites dans cette direction par Oswald et moi, et dont une partie a paru dans l'*Archiv von Pflüger* (vol. LXXXIII), confirmèrent de tous points nos prévisions. Voici quelles furent les conclusions de nos premières recherches :

a) La thyroïoglobuline doit être considérée comme la substance albuminoïde qui contient l'iodothyriane ;
 b) l'antagonisme entre l'action physiologique de l'iodothyriane sur les nerfs du cœur et des vaisseaux et celle de l'iode se rapporte aussi à l'iode que les thyroïdes peuvent contenir sous une autre forme que l'iodothyriane. *C'est-à-dire qu'aucun autre produit de ces glandes, fût-il même iodé, ne possède les propriétés physiologiques de l'iodothyriane.*

Quelques faits observés au cours de nos recherches méritent encore d'être signalés, parce qu'ils soulignent la grande portée de l'iodothyriane dans le fonctionnement des thyroïdes. La thyroïglo-

buline des veaux de Zurich¹ ne contient d'iode sous aucune forme : aussi est-elle dépourvue de toute action sur le système nerveux cardiaque. Par contre, la même substance, recueillie par Oswald sur des veaux envoyés de Paris, renferme, en moyenne, jusqu'à 0,56 % d'iode.

L'autre fait est encore plus significatif : la thyroïoglobuline extraite par Oswald de glandes thyroïdes normales d'hommes contient 0,34 % d'iode ; celle d'un habitant de Zurich ne donne que 0,19 %², et celle d'un goître basedowien que 0,07 %³. La thyroïoglobuline provenant des glandes strumeuses d'un habitant de Zurich que je viens d'expérimenter est restée sans effet sur les nerfs du cœur et des vaisseaux.

Dans les chapitres consacrés à la synthèse des fonctions des glandes thyroïdes j'ai groupé de nombreux faits relatifs à l'étiologie et à la thérapeutique des goîtres, faits qui tous trouvent aisément leur explication dans le trouble des fonctions chimique et mécanique, telles que je viens de les exposer. Je ne puis que renvoyer le lecteur à ces chapitres³.

III

Une lacune avait été signalée dans ma théorie de la fonction *physique* ou *mécanique* des thyroïdes : j'avais bien démontré, m'objectait-on, l'existence dans ces glandes de mécanismes nerveux *susceptibles* d'influencer les quantités de sang qui pénètrent par les carotides dans la boîte crânienne, mais il restait à établir, par quelque preuve directe, que lesdits mécanismes remplissent *effectivement* ce rôle d'écluses. Le fait est que la présence d'un autre rouage est encore indispensable pour que l'ingénieux outillage nerveux et vasculaire des glandes thyroïdes soit à même d'exercer son action protectrice du cerveau. Il faut, en outre, que ce dernier, se trouvant en danger, puisse *invoquer à temps le secours de cet outillage et le mettre automatiquement en jeu.*

« Démontrer expérimentalement la justesse de cette déduction, écrivais-je en 1898, c'était asséoir ma théorie sur des bases inébranlables, les preuves déductives jointes à celles qu'on a obtenues par la méthode d'induction donnant toujours le plus haut degré de certitude qu'on puisse atteindre dans les Sciences naturelles ».

C'est à l'hypophyse que je m'adressai pour découvrir le rouage en question, les recherches antérieures de Rogowitz, Stieda, Gley et autres

¹ Et probablement de la plupart des veaux suisses.

² M. Gley a également constaté la diminution de l'iode dans la maladie de Basedow.

³ Chapitres VII et VIII des *Beiträge zur Physiologie der Schilddrüse.*

ayant déjà attiré mon attention sur les relations physiologiques entre cet organe et les glandes thyroïdes; située dans la partie la plus abritée du crâne, entourée de grands sinus veineux et abondamment pourvue elle-même de vaisseaux sanguins, enfermée en outre dans une cavité à parois rigides, l'hypophyse paraissait, en vertu de ces conditions anatomiques, éminemment apte à ressentir toutes les variations de la pression intracrânienne. Elle se prêtait donc parfaitement au rôle d'un avertisseur automatique destiné à mettre en mouvement le mécanisme protecteur des glandes thyroïdes.

C'est encore à l'expérimentation directe que j'eus recours pour déterminer les fonctions de l'hypophyse. La méthode de l'extirpation était ici contre-indiquée. Les inévitables lésions des parties cérébrales voisines auraient rendu impossible toute interprétation précise des résultats obtenus. Au contraire, avec l'expérimentation directe sur l'hypophyse, ces lésions pouvaient être aisément évitées. Mes procédés opératoires les réduisirent, le plus souvent, à une simple incision de la muqueuse du palais de la bouche (chez le chien) ou à une section du pharynx (chez le lapin) et à une ouverture de 2-4 millimètres à la base du crâne chez les deux.

L'hypophyse ainsi mise à nu, une simple pression mécanique exercée sur elle-même ou sur les parois de sa cavité suffisait pour la mettre en fonction. Une légère excitation électrique (de la force de 3-5 volts) réussissait à activer notablement le fonctionnement de l'hypophyse et permettait d'observer en détail le mécanisme par lequel elle parvient à régler la pression intracrânienne.

Voici les principales indications que m'ont données, sur le rôle physiologique de l'hypophyse cérébrale, les recherches de plusieurs années :

1° L'hypophyse préserve le cerveau des dangereux afflux de sang et le protège contre les conséquences des pressions trop fortes dans la boîte crânienne;

2° Elle régularise, en outre, les échanges organiques du corps.

La première de ces fonctions, l'hypophyse la remplit par deux voies : a) Toute augmentation de pression dans la cavité provoque un renforcement et un ralentissement notables des pulsations cardiaques ainsi qu'une légère élévation de la pression sanguine. Par suite de ces changements, la vitesse de la circulation veineuse, surtout dans les corps thyroïdes, s'accroît d'une manière considérable, les sinus veineux se vident avec facilité et la pression intracrânienne baisse. C'est là la voie mécanique; b) De plus, l'hypophyse produit deux substances dont l'action simultanée entretient constamment les centres nerveux cardiaques et vaso-moteurs dans un état d'excitation tonique extrêmement favorable

à l'écoulement du sang des veines intracrâniennes. Les deux voies — la *mécanique* et la *chimique* — agissent donc dans le même sens et principalement par l'intermédiaire des centres pneumogastriques. *Le tonus de ces nerfs est dû en grande partie à l'hypophyse.* C'est par l'action des mêmes substances que l'hypophyse intervient dans les échanges organiques : elle provoque une notable augmentation de ces échanges et, conséquemment, une diminution dans le poids du corps.

La principale substance active de l'hypophyse, à laquelle j'ai donné le nom d'hypophysine, agit donc en général dans le même sens que l'iodothyroïne, mais avec beaucoup plus d'énergie. Ainsi, par exemple, non seulement elle peut inhiber plus complètement l'action paralysante de l'atropine sur le cœur, mais son introduction préalable est à même d'empêcher cette action de se manifester. Comme l'indiquent les nombreux graphiques reproduits dans mes Mémoires, les substances actives de l'hypophyse peuvent aussi augmenter la force des battements du cœur dans une mesure beaucoup plus considérable que ne le fait l'iodothyroïne. En outre, cette augmentation persiste plusieurs heures après l'introduction de la substance. Howell, Livon, Cleghorn et d'autres ont, indépendamment de moi, constaté les mêmes phénomènes.

Quant à l'action des extraits de l'hypophyse ou de l'hypophyse entière sur les oxydations, j'avais pu reconnaître, par des observations faites sur les malades, qu'elle est aussi d'une efficacité supérieure à celle de l'iodothyroïne.

Ainsi, quoique se trouvant en quantité bien moindre, les substances actives de l'hypophyse peuvent remplir en grande partie la fonction chimique de l'iodothyroïne, lorsque celle-ci fait défaut par suite de la thyroïdectomie. Pour ce qui est du rôle de l'hypophyse en tant qu'auto-régulateur mécanique de la pression intracrânienne, elle est à même également de l'accomplir, mais en partie seulement, chez les animaux thyroïdectomés, grâce à son action sur la vitesse de la circulation dans le système veineux du corps entier.

Parmi les résultats, souvent contradictoires, obtenus en procédant par l'extirpation¹ de l'hypophyse, il en est pourtant plusieurs qui apparaissent avec plus de régularité, grâce à l'exécution plus soignée de l'opération. Ce sont, en premier lieu, l'accélération des battements du cœur et le ralentissement des mouvements respiratoires qui, selon

¹ Une discussion détaillée des expériences exécutées à l'aide de cette méthode est sur le point de paraître dans l'*Archiv von Pflüger*, vol. LXXXVI. Dans la même étude, la plupart des symptômes de l'acromégalie et d'autres affections de l'hypophyse sont aisément expliqués à l'aide de ma théorie de son fonctionnement.

Caselli, se manifestent constamment après l'opération et persistent pendant huit ou dix jours. Une dépression psychique, suivie d'un état comateux, apparaît également aussitôt après l'extirpation de l'hypophyse et dure jusqu'à la mort de l'animal. Les désordres moteurs, allant jusqu'aux convulsions cloniques, et les variations du poids de l'animal sont également les conséquences très fréquentes de l'opération, mais elles se manifestent sous diverses formes. Le plus souvent, le poids augmente malgré les troubles digestifs et la dépression de l'animal opéré.

Le premier symptôme observé par Caselli confirme d'une manière éclatante ma thèse, que l'excitation tonique des pneumogastriques est due en grande partie au fonctionnement normal de l'hypophyse. La dépression psychique et le coma sont les résultats inévitables de l'augmentation de la pression intracrânienne, par suite de la mise hors fonction de l'appareil qui en est le régulateur automatique⁴.

Les troubles moteurs ont la même origine que les convulsions épileptiformes que j'ai souvent observées après une excitation prolongée de l'hypophyse : une anémie des centres cérébraux provoquée par cette excitation. Enfin, l'augmentation de poids de l'animal à la suite de l'ablation de l'hypophyse s'explique aisément par l'absence des substances actives de cette glande qui favorisent les oxydations dans l'organisme.

Ma théorie des fonctions de l'hypophyse, basée sur les résultats de l'expérimentation directe, se trouve donc pleinement d'accord avec les principaux faits observés par les pathologistes qui avaient le plus habilement opéré des extirpations de l'hypophyse.

La thèse que ces pathologistes avaient soutenue pour expliquer les fonctions de l'hypophyse, notamment que cet organe était destiné à détruire des toxines accumulées dans l'organisme, n'a donc plus aucune raison d'être.

La tâche de désintoxiquer le sang incombe, en premier lieu, au foie; l'élimination des produits nocifs des désassimilations organiques, aux reins et aux glandes sudorifiques. Le concours qu'une glande aussi minuscule que l'hypophyse pourrait prêter à ces organes serait vraiment d'une importance dérisoire.

IV

En somme, la méthode de l'expérimentation directe m'a permis d'élucider les fonctions principales

des deux glandes vasculaires, les corps thyroïdes et l'hypophyse, et de préciser le véritable caractère des importants rapports physiologiques qui existent entre ces glandes.

Grâce à la nature de ces rapports, ces glandes peuvent se suppléer en cas d'ablation de l'une d'elles, au moins jusqu'à un certain point. Ces ablations n'en produisent pas moins de graves perturbations dans le fonctionnement des centres nerveux qui président à la régularisation de la circulation sanguine. Mais ces désordres ne doivent nullement amener la *mort immédiate*, comme le pensent à tort plusieurs expérimentateurs, comme par exemple Lo Monaco et van Rynberk. Ce n'est que l'examen direct de ce fonctionnement qui permet de constater, aussitôt après l'opération, la gravité de ces désordres, et ce n'est qu'après un laps de temps plus ou moins long qu'apparaissent les symptômes morbides qui font périr les animaux opérés.

Seule l'ablation des capsules surrénales s'est jusqu'à présent toujours montrée mortelle dans un délai très court. Mais, étant données les lésions concomitantes, les causes intimes de cette mort ne sont pas encore entièrement élucidées. Par leur situation anatomique, les capsules se prêtent, d'ailleurs, très difficilement à l'*expérimentation directe*. Aussi me suis-je borné, dans mes études sur ces organes, à préciser davantage l'action de leurs produits chimiques sur les nerfs cardiaques et vaso-moteurs. Les recherches artérielles faites par M. Oliver et Schäfer, par Cybulski et Szymonowicz, par Langlois, Gottlieb et autres n'avaient fourni que des indications peu concordantes sur la nature de cette action. Des expériences avec l'introduction d'extraits des glandes surrénales tantôt dans la *circulation isolée du cerveau*, tantôt dans celle du *reste du corps*, ainsi que l'étude de l'excitabilité des nerfs cardiaques et vaso-moteurs pendant ces introductions, ont permis d'établir que les substances actives des capsules surrénales augmentent notablement l'activité physiologique des centres des nerfs *vaso-constricteurs* et des *accélérateurs*. Elles agissent dans un sens opposé sur les vaso-dilatateurs et les nerfs modérateurs du cœur. *Par conséquent, ces substances sont des antagonistes de l'iodothyriane et de l'hypophysine.*

Loin de nuire au bon fonctionnement des nerfs régulateurs de la circulation, cet antagonisme en est une condition indispensable. L'appareil circulatoire n'est pas, en effet, un simple appareil hydraulique fonctionnant dans des conditions immuables. La circulation du sang doit se modifier sans cesse pour s'adapter aux multiples besoins de chaque organe. Tantôt c'est le cerveau, tantôt c'est l'estomac ou le système des muscles volontaires, qui exige un afflux de sang plus considérable afin

⁴ Aussi, ai-je pu observer chez des acromégaliens une amélioration notable d'une dépression psychique analogue par un traitement avec l'hypophyse en poudre. Voir LANCE-BEAUX : *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 22 Novembre 1898.

de pouvoir accomplir sa tâche fonctionnelle. La quantité de sang dont dispose l'organisme est loin, en effet, de suffire à un fonctionnement simultané de tous les organes du corps. L'appareil de la circulation doit également s'adapter aux innombrables modifications qu'exercent constamment sur le corps les influences extérieures, telles que les variations de la température, de la pression barométrique, de l'humidité de l'air ambiant, etc. Les conditions de la circulation varient aussi avec l'état de repos ou de travail, avec l'attitude du corps (couché ou debout); elles sont différentes la nuit et le jour. Tantôt, c'est une accélération des battements du cœur, avec une diminution ou une augmentation de la pression sanguine, qui répond le mieux au besoin momentané de l'organisme; — tantôt, tout l'opposé.

La somme des périodes d'activité du cœur dans un temps donné reste, il est vrai, la même, quelle que soit la rapidité des pulsations cardiaques. *Mais cette loi de la constance du travail du cœur dans certaines limites déterminées, que j'ai établie en 1866, ne reçoit son exécution que grâce à l'antagonisme entre les diverses fonctions des nerfs du cœur et des vaisseaux.* Pour que le cœur puisse varier son rythme selon les besoins momentanés de l'organisme, sans que la somme de son travail utile soit diminuée, l'intervention de nombreux appareils régulateurs (nerfs accélérateurs, nerfs modérateurs, dépresseurs et vaso-moteurs du cœur) est indispensable.

La quantité de sang dont dispose l'organisme entier est également presque constante. Mais, pour que chaque organe puisse disposer, à un moment donné, de la quantité de sang qui lui est nécessaire, le jeu automatique des nerfs vaso-constricteurs et vaso-dilatateurs affectés au service de cet organe doit intervenir d'une manière diverse.

C'est donc sur l'harmonie entre toutes les influences antagonistes et modératrices des nerfs que repose le fonctionnement normal et régulier du cœur et du reste de l'appareil circulatoire. Les glandes qui, par leurs sécrétions et produits divers, maintiennent les nerfs antagonistes en bon état de fonctionnement, remplissent par conséquent un rôle physiologique d'une portée vitale. Il est évident que, suivant qu'une quantité plus ou moins forte de telle ou telle de ces substances actives arriverait dans la circulation, la prépondérance appartiendrait tantôt à certains nerfs, tantôt à certains autres. *Il doit donc exister normalement entre ces quantités un rapport harmonique qui ne saurait être troublé longtemps sans provoquer des accidents pathologiques plus ou moins graves.* Ce sont ces perturbations qu'on observe en premier lieu après l'ablation de la thyroïde ou de l'hypophyse.

Ainsi, j'ai pu constater que les battements irréguliers du cœur qu'on désigne sous le nom de *pulsus bigeminus* ou *trigeminus* sont aisément provoqués par des introductions artificielles des produits de l'une ou de l'autre glande, ces pulsations étant dues à une disharmonie anormale entre les nerfs modérateurs et les nerfs accélérateurs du cœur. Des introductions semblables produisent également des oscillations toutes particulières de la pression sanguine, connues sous le nom d'oscillations de Traube. Les oscillations spontanées de cette pression dépendent d'une rupture de l'équilibre entre les innervations toniques des vaso-constricteurs et des vaso-dilatateurs. Il est donc extrêmement probable que, normalement, cet équilibre est maintenu par les actions antagonistes des diverses substances actives des glandes vasculaires⁴.

V

Les glandes dont les fonctions viennent d'être exposées ici sont-elles les seules qui soient chargées de régulariser la circulation? Certainement non. Les glandes parathyroïdes de Gley, les glandes carotides et les petites glandes du même genre, disséminées, selon Stilling, sur le parcours du grand sympathique, ont une destination analogue.

Pour les parathyroïdes, les recherches de Gley avaient déjà établi le concours qu'elles fournissent aux corps thyroïdes. Les résultats obtenus par Luzena, Gatta, Caselli et autres, en procédant par la méthode de l'extirpation, n'admettent, il est vrai, que des interprétations très vagues; il n'en ressort pas moins de leurs expériences que le rôle de ces glandules est encore assez important.

La glande coccygée de Luschka, qui, par sa structure et sa situation anatomique, présente tant d'analogies avec l'hypophyse, serait particulièrement intéressante à étudier. Elle paraît être destinée à régulariser la circulation dans le petit bassin.

D'autres problèmes concernant ces organes restent encore à résoudre: l'action des glandes vasculaires sur les oxydations organiques s'exerce-t-elle par l'intermédiaire des nerfs qui régularisent la circulation du sang ou dépend-elle d'une action directe sur les nerfs trophiques? Il est hautement probable que ces oxydations sont réglées à la fois par les nerfs vaso-moteurs et par les nerfs trophiques. Une partie considérable de ces derniers, sinon la totalité, se trouve dans le pneumogastrique et dans le grand sympathique. Le rôle du premier de ces nerfs à l'égard des glandes diges-

⁴ Le professeur Livon (de Marseille) est arrivé par ses propres recherches à une explication analogue des oscillations périodiques de la pression sanguine.

tives (estomac et pancréas) vient encore d'être établi dernièrement d'une manière éclatante par les études de Pawlow et de ses élèves. On connaît depuis longtemps son action sur les organes de la respiration, sur le foie, etc. *Or, est-il possible d'admettre que les substances actives de la thyroïde et de l'hypophyse, dont l'effet est si puissant sur les centres périphériques et cérébraux de ces nerfs, agissent exclusivement sur les fibres nerveuses qui se rendent dans le cœur et les vaisseaux, laissant en dehors de leur action celles qui se distribuent dans les poumons, le foie et les glandes digestives ?* Rien n'autorise une conclusion aussi paradoxale. Au contraire, les effets connus de ces substances actives sur les échanges organiques s'expliqueraient très aisément dans l'hypothèse que l'iodothyroïne, l'hypophysine et l'épinéphrine exercent les effets que nous venons de constater sur la totalité des systèmes pneumogastrique et sympathique.

C'est en ramenant le plus grand nombre de phénomènes biologiques aux mêmes causes initiales que le naturaliste parvient à découvrir les lois qui les régissent.

Est-il besoin de dire que les chimistes se fourvoient complètement lorsque, négligeant l'intervention du système nerveux, ils prétendent expliquer l'action des substances en question par d'hypothétiques combinaisons chimiques ? Procéder de la sorte, c'est méconnaître entièrement l'essence même des phénomènes physiologiques dont on cherche l'interprétation.

Comment doit-on désigner les glandes vasculaires, à présent que le mystère qui couvrait leur destination physiologique vient d'être en grande partie dissipé ?

Brown-Sequard, qui aimait beaucoup les mots à effets, les a désignées autrefois sous le nom de « glandes à sécrétion interne ». Cette dénomination n'était ni neuve ni exacte ; mais, comme elle n'avait aucun sens et n'expliquait rien, elle devint rapidement populaire, chacun pouvant lui faire signifier ce qu'il voulait. La désignation em-

ployée par Gley : « glandes protectrices de l'organisme contre lui-même » vaut déjà mieux. Mais l'élargissement de nos connaissances sur les fonctions de ces glandes nous permet aujourd'hui de préciser bien davantage. Je propose de les désigner comme les *glandes régulatrices de la circulation et de la nutrition* (Schutzdrüsen für die Regulierung der Blutlaufs und der Ernährung). Cela répond exactement à leur destination physiologique, telle qu'elle ressort avec évidence des dernières recherches.

Antérieurement, j'avais désigné les substances actives que ces glandes produisent comme les *poisons physiologiques du cœur et des vaisseaux*¹. Le développement ultérieur des recherches sur les sécrétions des autres glandes permettra très probablement d'étendre davantage leur rôle et de les désigner comme les *poisons physiologiques du système nerveux*.

Le mot « poison » a été choisi avant tout pour marquer l'analogie de leur action avec celle des poisons du cœur les plus connus, comme l'atropine, la nicotine, la muscarine, le chlorol, dont ces produits sont les antagonistes victorieux. Il fallait aussi, en les désignant comme *poisons physiologiques*, bien indiquer qu'il s'agit de substances tout opposées aux « toxines ». Ces dernières, produits accidentels des désassimilations organiques ou des sécrétions microbiennes, sont des substances pathogènes qui doivent être éliminées du corps. L'iodothyroïne, l'hypophysine, l'épinéphrine de Abel (ou la suprarénine de Furth) sont, au contraire, des *substances physiologiques produites par des glandes ad hoc* ; leur présence est indispensable au bon fonctionnement du système nerveux qui domine la circulation du sang et la nutrition.

E. de Cyon.

¹ Voir mon étude sous ce titre dans l'*Archiv von Pflüger*, vol. LXXIII, LXXIV et LXXVII, ainsi que le chapitre I de mon article « l'Innervation du cœur », dans le *Dictionnaire de Physiologie* de Ch. Richet, vol. III.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS
DE LA CULTURE DES PRAIRIES NATURELLES
ET DES PATURAGES EN FRANCE

I. — IMPORTANCE CULTURALE ET ÉCONOMIQUE.

Les prairies naturelles ou polyphytes, c'est-à-dire constituées par le mélange d'un grand nombre d'espèces végétales, surtout de Graminées et de Légumineuses, forment, après les céréales, les cultures les plus importantes de la France; car, s'il est vrai que les diverses céréales occupent une étendue totale d'environ 15.000.000 d'hectares, les prairies naturelles et herbages viennent immédiatement après, avec une superficie de près de 6.300.000 hectares¹. Cette étendue comprend : les prairies naturelles proprement dites, ou *prairies de fauche*, consacrées à la production du foin et du regain, prairies qui, à elles seules, dépassent 4.400.000 hectares, et les *herbages* ou *pâturages* qui forment le reste. Toutefois, cette distinction n'est pas absolue, car il arrive, dans bon nombre de cas, qu'une surface enherbée est à la fois fauchée et pâturée, soit dans le courant d'une année, soit pendant la période qu'elle occupe le sol.

Les causes qui militent en faveur de l'accroissement de la surface des prairies artificielles sont les mêmes pour ce qui a trait aux prairies naturelles; nous n'insisterons donc pas sur ce point.

Non seulement l'herbe verte et le foin servent à la nourriture des bestiaux, dont le nombre va toujours en augmentant dans la plupart des exploitations rurales, mais encore c'est l'agriculture qui doit fournir le foin nécessaire à l'armée, à la cavalerie des Omnibus, des Petites-Voitures et autres entreprises de transport dans les grandes villes; la production du foin est donc des plus impérieuses, car elle intéresse au plus haut point le commerce, l'industrie et la défense nationale.

§ 1. — Rôle économique.

Les prairies naturelles, les prés, comme on les appelle quelquefois, constituent un excellent système de culture, et cela à bien des points de vue. Tout d'abord, elles ne demandent que très peu de main-d'œuvre, ce qui est à prendre en sérieuse considération, à une époque où le manque de bras

se fait de plus en plus sentir; de plus, elles permettent l'entretien d'un nombreux bétail, source de bénéfices indiscutable, puisque la consommation de la viande va toujours en augmentant; il en résulte aussi une production abondante de fumier. Or, on sait que, malgré l'accroissement dûment constaté en ces dernières années dans l'emploi des engrais chimiques, le fumier de ferme n'en reste pas moins l'engrais type par excellence, la base de toute fertilisation rationnelle et économique, les engrais artificiels ou commerciaux n'étant que complémentaires dans un système de culture bien compris.

On peut donc dire, sans exagération aucune, que la prairie est l'appui de tout progrès agricole, puisque avec les bestiaux on fait de l'argent et qu'avec le fumier en abondance il n'y a pas de mauvaises terres labourables. D'ailleurs, il est avéré que les systèmes de culture les plus productifs sont précisément ceux qui font aux prairies la plus large part. C'est ainsi que l'île de Jersey, dont la culture est si riche, n'a que un sixième de son étendue consacrée aux céréales, tandis que le reste est en prairies.

§ 2. — Rôle améliorateur.

Contrairement aux autres cultures, qui sont plus ou moins épuisantes, les prairies naturelles, tout comme les prairies artificielles et presque autant que celles-ci, améliorent le sol qui les porte. En effet, on sait que la formation de l'azote nitrique (nitrification) est due à une fermentation; or, le ferment nitrique est aérobie. Il en résulte que, dans une terre labourée, perméable par conséquent, la nitrification est très intense et les plantes ne peuvent pas toujours absorber les nitrates au fur et à mesure de leur formation; il en résulte une perte, du fait de l'entraînement par les eaux de drainage, perte qui n'existe pas dans un sol en prairie où la nitrification est beaucoup moins active. D'autre part, les plantes de la famille des Légumineuses sont toujours plus ou moins abondantes dans une prairie polyphyte, et on sait que, non seulement ces plantes n'absorbent pas l'azote du sol, mais qu'elles captent l'azote libre de l'atmosphère par un phénomène biologique des plus intéressants, que nous n'avons pas à décrire. Il semble donc, comme le fait observer notre émi-

¹ L'étendue consacrée aux prairies artificielles n'atteint que 3.000.000 d'hectares. Voir : L'Etat actuel et les besoins de la culture du trèfle, de la luzerne et du sainfoin en France, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 août 1898, t. IX, n° 15.

ment maître M. P.-P. Dehérain¹, qu'il y ait deux causes agissant en sens inverse : la nitrification, cause de perte qui s'exerce surtout sur les sols riches, tandis que la fixation microbienne de l'azote n'y intervient pas, cette fixation entrant en jeu au contraire dans les sols pauvres ; on conçoit toutefois que, même lorsque cette fixation d'azote intervient dans des sols labourés chaque année, elle soit contrebalancée par la nitrification et que la teneur en azote ne subisse plus de grands changements, tandis qu'au contraire, si l'on retarde la nitrification en supprimant les labours, les actions microbiennes dominent et la terre s'enrichit en azote.

« Quand, il y a quelques années, dit M. Dehérain, nous ignorions que l'azote de l'air intervient efficacement dans la végétation, nous pouvions craindre que l'impossibilité où nous sommes encore d'engager directement l'azote de l'air en combinaison n'amenât, après l'épuisement des gisements connus de nitrates, un appauvrissement considérable de nos terres cultivées ; et il est certain que cet épuisement du nitrate du Pérou causera un grand préjudice, sans toutefois amener nos terres à la sté-

riblement aux récoltes qui suivent le défrichement. »

§ 3. — Étendue cultivée.

La surface consacrée aux prairies et aux pâturages est en voie d'accroissement marqué, ainsi que le montrent les chiffres du tableau I, que nous empruntons aux statistiques officielles.

TABLEAU I. — *Accroissement de la culture des prairies naturelles et des herbages depuis 1840.*

ANNÉES	ÉTENDUE cultivée en hectares	PRODUCTION herbaécée en tonnes	PRODUIT moyen par hectare ¹
1840 (86 départ.)	4.198.197	10.520.203	2.640
1862 89 —	5.021.246	16.009.500	3.381
1882 (86 —)	5.946.260	18.528.519	3.527
1892 86 —	6.230.677	16.003.057 ²	2.832

Déjà, il y avait en France, en 1700, d'après Vauban, 4.267.000 hectares de prairies, et soixante ans plus tard, Mirabeau évaluait à 5.000.000 d'hectares l'étendue prairiale de notre pays.

TABLEAU II. — *Répartition des prairies et pâturages en catégories.*

CATÉGORIES	SUPERFICIE en hectares	PRODUCTION totale en quintaux	RENDEMENT moyen par hectare en quintaux	VALEUR TOTALE en francs
Prairies naturelles irriguées :				
1° Naturellement par les eaux de rivières	1.323.198	38.024.828	28,1	318.821.476
2° A l'aide de canaux d'irrigation ou de travaux spéciaux	1.070.787	37.343.837	35,0	275.893.879
Prairies naturelles non irriguées	2.008.851	52.484.658	26,0	392.466.324
Totaux et moyennes	4.402.836	127.853.323	29,0	987.181.679
Herbages pâturés de plaines	905.562	22.020.598	24,2	168.223.213
— — de côtesaux	611.827	10.156.649	16,6	64.706.925
— — alpestres	293.219	3.385.396	11,5	18.862.470
Totaux et moyennes	1.810.603	35.562.643	19,1	249.798.578
Totaux généraux et moyennes générales	6.213.444	163.415.966	26,3	1.236.980.257

rité ; en effet, nous savons aujourd'hui qu'une terre maintenue en prairies s'enrichit d'azote, et nous avons dès lors entre les mains une méthode qui nous permettra toujours d'augmenter le stock d'azote combiné que renferment nos terres, méthode qu'il ne faut au reste employer qu'avec précaution, car, si la création des prairies temporaires de Graminées laisse le sol enrichi en azote, la culture de ces prairies défrichées est très difficile, à cause des insectes qui y pullulent et souvent nuisent ter-

La statistique officielle, d'accord en cela avec la pratique courante, divise les prairies de fauche en deux grands groupes :

1° Les prairies irriguées ; 2° les prairies non irriguées.

Les herbages ou pâturages sont divisés, à leur tour, en trois séries :

¹ Dans cette dernière colonne se trouvent aussi les prairies artificielles et le trèfle incarnat.

² La différence en moins constatée pour l'année 1892 ne doit pas être considérée comme un recul ; elle tient uniquement à ce que la récolte en foin de cette année a été inférieure, environ d'un quart, à celle d'une année moyenne.

¹ P.-P. DEHÉRAIN : *Traité de Chimie agricole*, 1898, page 503.

1° Les herbâges de plaines; 2° ceux de coteaux; 3° les pâturages alpestres ou de montagnes.

Les résultats de l'enquête décennale de 1892 donnent, pour ces diverses surfaces enherbées, la répartition consignée dans le tableau II.

Par les chiffres qu'il présente, on voit que la valeur totale des produits fournis par les prairies naturelles et les pâturages en France dépasse le chiffre formidable de un milliard deux cents millions de francs.

17 hectares par cent habitants;

93,20 hectares par cent cultivateurs;

1 hect. 01 par 1.000 kilos de poids vif des animaux.

Les prairies naturelles se rencontrent dans tous les départements, car partout on fait du foin; mais c'est surtout dans ceux du Centre et de l'Ouest que les superficies consacrées à ces cultures sont les plus vastes. En 1898, on comptait six départements dans lesquels l'étendue réservée aux prai-

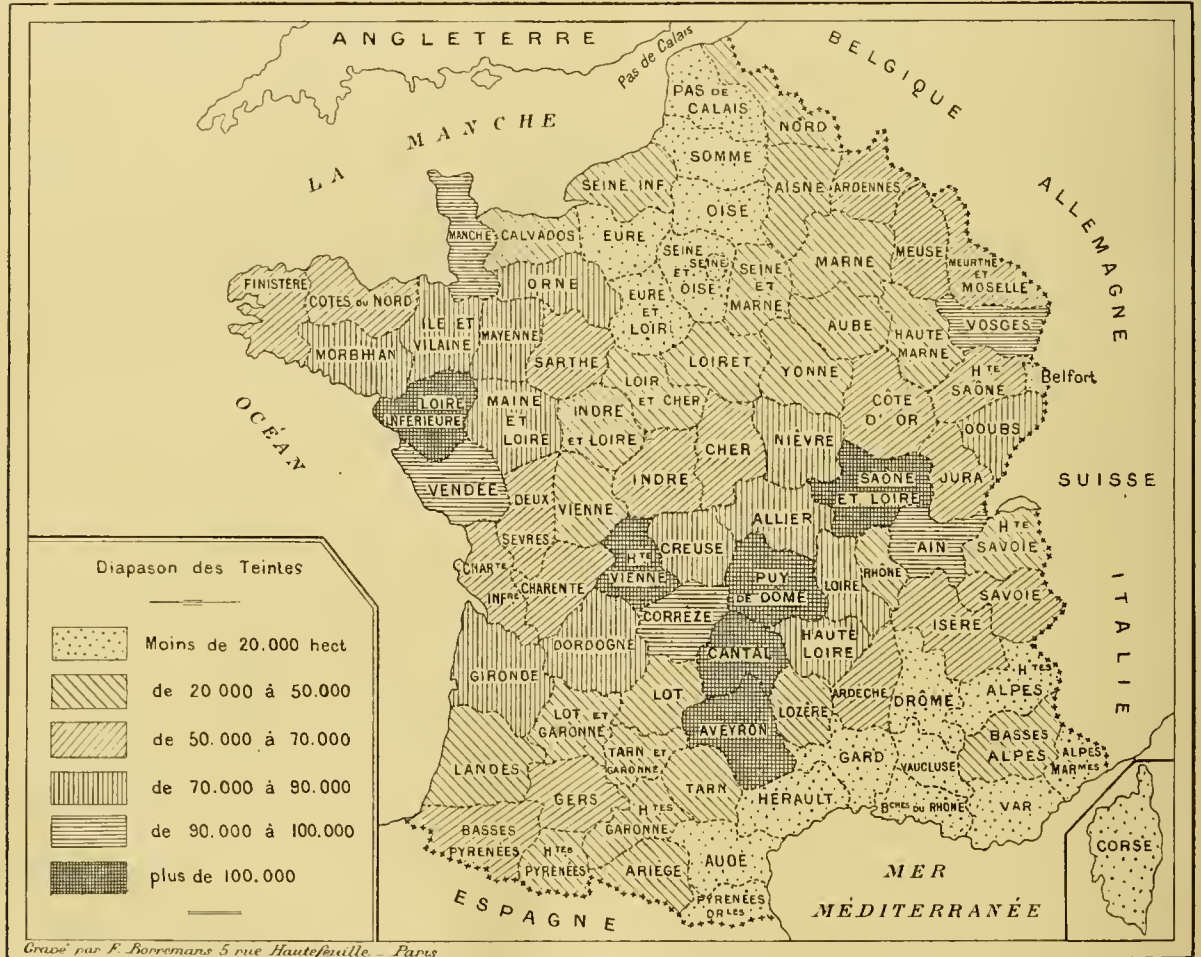


Fig. 1. — Répartition des prairies naturelles en France par départements.

Si l'on ajoute, aux totaux ci-dessus indiqués, le total des *prés temporaires*, c'est-à-dire des prairies à base de Graminées, dont la durée est limitée et ne dépasse guère plus de quatre ans, on trouve que les prairies naturelles, prés et herbages, occupent en France comme superficie :

12,53 % du territoire de la France ;

12,92 % de la superficie totale du territoire agricole ;

20,39 % de la superficie des terres labourables et prés.

Relativement à la population, ils représentent :

rieries de fauche dépassait 100.000 hectares. C'est ce que montre la carte de la figure 1.

Le département qui tient la tête est celui du Puy-de-Dôme, avec 134.500 hectares de prairies naturelles¹.

Ceux qui cultivent le moins de prairies naturelles sont, indépendamment du département de

¹ Le département du Puy-de-Dôme comprend une superficie totale de 795.051 hectares, dont 410.630 hectares de terres labourables. En 1862, on y comptait 83.167 hectares de prairies et, en 1882, 92.015 hectares, sur lesquels il n'y en avait que 29.388 non irrigués.

la Seine (avec 430 hectares), les départements qui suivent :

Somme : 8.034 hectares; Seine-et-Oise : 6.550 hectares; Corse : 5.510 hectares.

Dans aucun département, on ne constate l'absence totale des prairies de fauche.

Par contre, dix départements sont complètement privés de pâturages, car on ne peut comprendre sous ce terme les landes ou pâtis fournissant quelques maigres herbes aux moutons ou aux chèvres.

rencontre surtout les prairies naturelles non irriguées, dont le rendement est toujours moindre.

Ce sont, ainsi que nous l'avons vu, les départements voisins de la mer, ou situés dans les régions montagneuses de l'Est et du Centre, qui occupent les plus grandes surfaces en pâturages (fig. 2).

Les herbages de plaines les plus productifs sont ceux du Calvados, puis viennent ceux de l'Orne et de la Manche.

Les herbages de coteaux dominent surtout dans

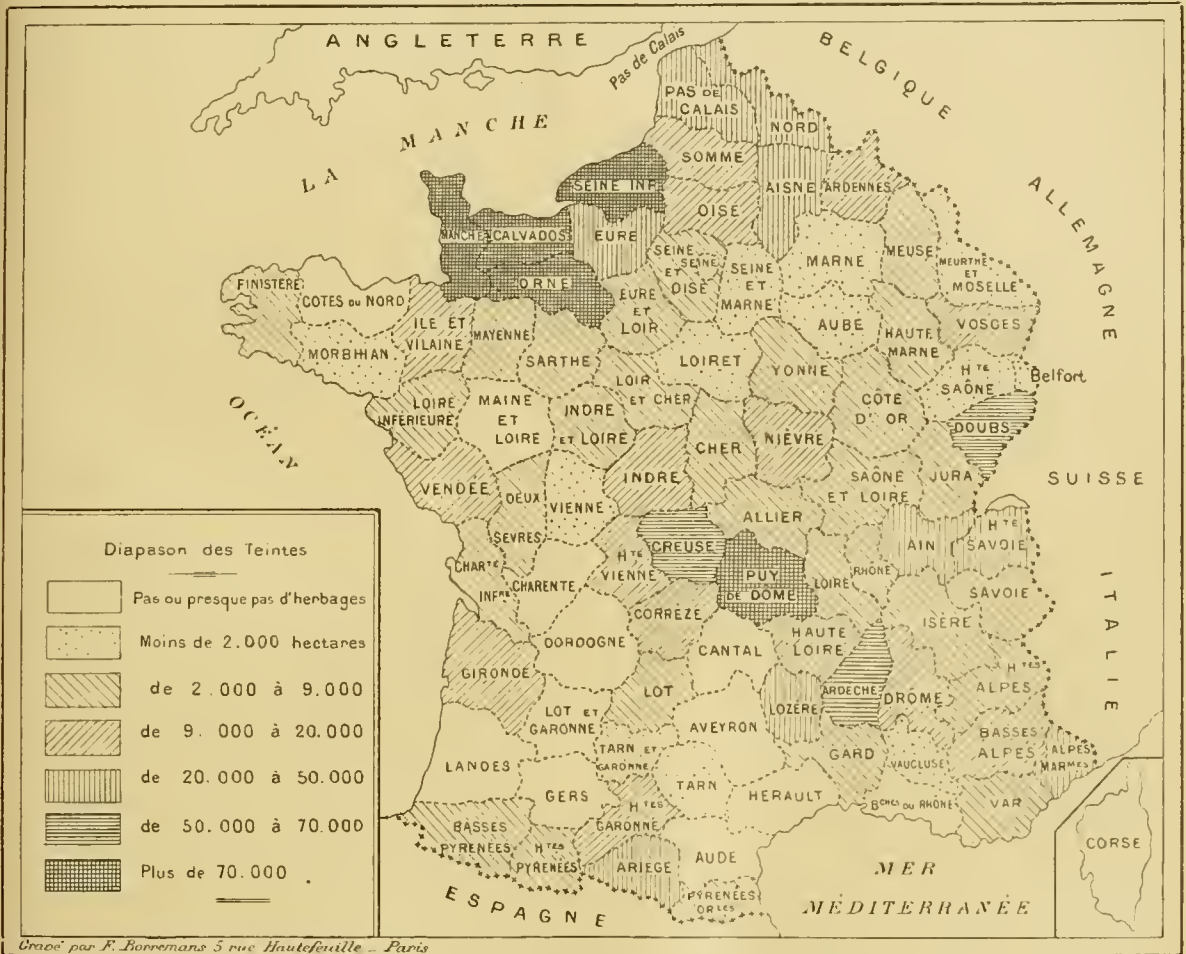


Fig. 2. — Répartition des herbages en France par départements.

Le département qui tient la tête pour les pâturages est celui du Calvados, avec 96.500 hectares.

Pour en revenir aux prairies de fauche, les départements les mieux dotés pour les prairies irriguées naturellement par les crues de rivières sont ceux de Saône-et-Loire et de la Vendée. Pour les prairies arrosées à l'aide de canaux ou de travaux spéciaux, il faut citer les Vosges et quelques départements du plateau central, notamment la Haute-Vienne, le Cantal et le Puy-de-Dôme.

C'est dans l'Ouest, le Sud-Ouest et le Nord qu'on

le Calvados et dans la Lozère. Enfin, c'est dans la Savoie et les Hautes-Alpes que les pâturages alpestres ou de montagnes occupent les plus grandes surfaces.

II. — CRÉATION ET ENTRETIEN DES PRAIRIES.

Nous n'avons pas l'intention de développer ici la technologie de la culture prairiale, mais nous voudrions présenter quelques critiques au sujet de la manière dont ces cultures sont créées et entretenues, afin de faire ressortir ce fait, indéniable à notre

avis, que, si les surfaces enherbées étaient mieux soignées, leur puissance productive serait considérablement accrue et leur durée beaucoup plus longue.

§ 1. — Climat et situation.

Ces deux facteurs, qui influent beaucoup sur la productivité des surfaces enherbées, sont déterminés par l'élévation au-dessus du niveau de la mer, ainsi que par la latitude et l'exposition de la contrée. C'est pourquoi les agronomes sont généralement d'accord pour diviser les prairies de fauche en prairies *hautes*, prairies *moyennes*, prairies *basses* et prairies *marécageuses*, qui se définissent d'ailleurs elles-mêmes.

Toutefois, comme le fait observer M. V.-F. Dunkelberg¹, « on trouve la végétation de l'herbe aussi riche sur l'Himalaya, à une hauteur de 5.400 mètres au-dessus du niveau de la mer, qu'à 2.400 mètres dans les Andes de Quito, à 1.200 mètres en Suisse, comme aussi dans les plaines de Hollande, au bord de la mer du Nord. La riche croissance de l'herbe est liée à un certain degré de chaleur et surtout à une certaine quantité d'humidité de l'air et du sol, ou à tous deux simultanément ». D'ailleurs, les prés irrigués des vallées sont ceux qui, avec un traitement convenable, garantissent le plus grand rapport.

§ 2. — Sol et engrais.

L'influence du terrain sur lequel est établie la prairie est double; il faut la considérer eu égard à ses propriétés physiques, qui influent beaucoup sur le degré d'humidité ou de fraîcheur; puis, au point de vue des propriétés chimiques et de la plus grande abondance, ainsi que de la proportion relative des principes fertilisants qui s'y trouvent; ceux-ci ayant une action marquée tant sur la nature des plantes que sur leurs qualités nutritives et la durée de la prairie.

La profondeur du sol doit aussi être prise en considération.

En effet, la plupart des plantes qui forment l'engazonnement ont des racines peu profondes. D'après les recherches de M. Joulie, on peut admettre, d'une façon générale, que, pour cent parties en poids de radicelles contenues dans la couche superficielle de 10 centimètres, la couche immédiatement sous-jacente de même épaisseur n'en renferme que dix parties; dans la troisième couche, la quantité de radicelles est insignifiante.

Sur prairies nouvellement établies, les racines pénètrent un peu plus profondément, mais le développement de la végétation leur rendant l'accès de l'air moins facile, les force à se reporter vers la

surface. L'air est indispensable aux racines non moins qu'à la graine, à la tige et aux feuilles.

En général donc, on se gardera d'utiliser, pour prairies, les terrains qui possèdent dans le sous-sol les plus fortes réserves d'éléments nutritifs. En effet, les Graminées ne peuvent en retirer les mêmes avantages que les plantes des terres arables. Les sols de *fertilité moyenne* et sains sont moins appropriés, attendu qu'il est aisé d'incorporer les engrais nécessaires à la couche superficielle, dans laquelle les Graminées se développent.

Tant au point de vue physique qu'au point de vue chimique, on doit accorder la plus sérieuse attention à la nature géologique du sol, qui donne de très utiles indications.

Quoiqu'on rencontre des prairies dans tous les étages géologiques, c'est en général sur les assises jurassiques qu'on trouve les plus productives, car ces terrains renferment la chaux et l'acide phosphorique en quantité suffisante, éléments absolument indispensables aux plantes des prairies. En outre, on y trouve le plus souvent, surtout dans le lias, de petits cours d'eau à débit très irrégulier, et des sources qui ont traversé les calcaires et qui viennent sourdre aux affleurements des couches marneuses.

Ceci nous conduit tout naturellement à dire un mot de la fertilisation des prairies.

On a longtemps prétendu que les surfaces enherbées pouvaient se suffire à elles-mêmes, qu'elles « devaient toujours fournir et ne jamais rien recevoir ». Or, quoique d'une manière générale on soit quelque peu revenu de cette erreur, il n'en est pas moins vrai que, dans certaines régions de la France, on se refuse encore à fertiliser les prairies et les pâturages.

La fumure des prairies ne doit pas être quelconque. Etant posé ce principe qu'une bonne prairie doit reposer sur un sol suffisamment calcaire, la proportion des Légumineuses, dans ce cas, sera suffisante et celles-ci, puisant la totalité de leur azote dans l'atmosphère, l'apport de ce dernier élément, pour subvenir aux besoins des Graminées, pourra être assez restreint. Il n'en est pas de même pour l'acide phosphorique et la potasse, qui augmentent à la fois la végétation des plantes des deux familles, quoique ayant une action plus énergique sur les Légumineuses.

Ainsi que le fait observer M. F. Berthault¹, avec la chaux et l'azote assimilable, on régularise surtout la flore.

La première profite exclusivement aux Légumineuses; l'azote favorise les Graminées.

¹ V.-F. DUNKELBERG : *De la création des prairies irriguées*, p. 7.

¹ F. BERTHAULT : *Les Prairies*, t. I : *Prairies de fauche*, p. 196.

Cela ressort nettement de l'analyse botanique des prairies effectuée par MM. Lawes et Gilbert.

Tous les engrais ont restreint la proportion des plantes diverses ; mais, tandis que les engrais mi-

TABLEAU III. — Influence des engrais sur la flore des prairies.

PLANTES	TÉMOIN sans engrais	PARCELLE avec engrais minéraux	PARCELLE à engrais mi- néraux et à engrais azotés
Graminées . . .	67,43 %	61,03 %	95,91 %
Légumineuses .	8,20	23,06	0,01
Plantes diverses	24,37	15,91	4,08

néraux développaient énormément les Légumineuses, l'engrais azoté donnait aux Graminées une prépondérance excessive (tableau III)⁴.

L'acide phosphorique exerce un rôle prépondérant dans les prairies, à la condition toutefois que le sol en contienne plus que les plantes n'en exigent. En Bretagne, par exemple, l'emploi des engrais phosphatés a eu pour conséquence de faire produire à des régions jadis déshéritées des fourrages plus nutritifs, ce qui permet d'y entretenir aujourd'hui des animaux de plus grande taille, dont le cadre s'est en quelque sorte élargi à mesure que la richesse des fourrages en acide phosphorique allait en augmentant.

Les engrais phosphatés, notamment les scories Thomas, font surtout merveille dans les prairies humides et tourbeuses, lors qu'elles ont été préalablement assainies.

C'est ainsi que M. Ayraud a suivi la transformation imprimée à la flore par le phosphatage dans

TABLEAU IV. — Modification de la flore des prairies basses sous l'influence du phosphatage.

NATURE DES PLANTES	PRÉ phosphaté	PRÉ sans engrais
Bonnes graminées	27,27 %	13,05 %
Graminées des prairies basses.	13,44	24,91
Légumineuses	28,48	9,96
Plantes indifférentes	8,36	12,93
Plantes nuisibles	22,45	36,45

des prairies basses ; il est arrivé aux constatations que résume le tableau IV.

M. Bourgne, professeur départemental d'Agricul-

⁴ Les engrais phosphatés doivent être incorporés en automne et on peut en repandre une forte dose pour plusieurs années, surtout quand on s'adresse aux phosphates minéraux naturels ou aux scories de déphosphoration.

La potasse peut être employée moitié à l'automne, moitié au printemps. Pour les engrais à azote assimilable, il faut toujours choisir le printemps.

ture de l'Eure, cite également un cas remarquable où l'emploi des phosphates et des sels de potasse semble avoir en quelque sorte créé des Légumineuses dans une prairie où elles étaient fort rares. Le rendement y a passé, d'une année à l'autre, de 1.427 kilos à 2.040 kilos à l'hectare.

D'autre part, dans le courant d'une seule année, M. Muntz a vu des prairies médiocres transformées en prés excellents, à rendement triplé, sous l'influence des engrais phosphatés¹.

Lorsqu'on ne fait pas usage des engrais chimiques, la meilleure fumure pour les prairies et herbages consiste dans l'emploi des composts.

§ 3. — Influence des engrais sur la valeur nutritive des produits.

Pendant longtemps aussi on a cru que la composition chimique des plantes des prairies était sensiblement constante pour une même espèce. Cette supposition était gratuite. M. Joulie a montré qu'il y avait des différences dans la composition d'une même plante arrivée à une même période de végétation suivant la nature du sol. Il a démontré également que cette composition chimique, essentiellement variable, avait une influence considérable sur le développement des plantes, et que, pour les prairies qui étaient plus particulièrement l'objet des travaux de ce chimiste, le développement maximum de chaque espèce végétale correspondait à la présence dans le sol d'une quantité minimum des éléments minéraux constitutifs de la plante, quantité moins variable naturellement avec chaque espèce. Cette constatation était d'autant plus précieuse à établir qu'une fois les conditions les meilleures de développement de chaque végétal connues, l'analyse du sol qui doit le produire donne à l'agriculteur le moyen d'obtenir des rendements maxima dans les conditions physiques de sol et de climat dans lesquelles il opère.

M. L. Vassilière a déduit de cette importante découverte cette autre conséquence, qu'il faut dorénavant avoir recours à la composition chimique d'un foin et non seulement à la composition botanique, pour en estimer la valeur nutritive.

A ce point de vue, il nous paraît intéressant de donner ici la composition moyenne comparée des Légumineuses et des Graminées des prairies (Tableau V).

Ces chiffres suffisent pour bien montrer que les

¹ L'usage des scories de déphosphoration sur les prés se généralise de plus en plus, parce que ces engrais, contenant de l'acide phosphorique assez assimilable, renferment en outre de 35 à 45 % de chaux ; elles ont donc une action double. De nombreuses observations ont démontré que l'emploi des scories permet d'augmenter le rendement d'un quart et d'en obtenir un foin d'une valeur nutritive double ou triple de celui qu'elles produisent ordinairement.

Légumineuses exigent des sols plus fertiles que les Graminées, non seulement pour donner des produits rémunérateurs, mais encore pour végéter dans de bonnes conditions.

La conclusion de ce qui précède, c'est que, par l'emploi judicieux des engrais, l'agriculteur peut en quelque sorte conduire les prairies à sa guise et cela économiquement. Les engrais phosphatés, potassiques et calcaires font développer les Légumineuses. Les engrais azotés favorisent la végétation des Graminées. Les rendements paient la dépense lorsqu'elle est faite dans de sages proportions, et, à défaut de la constatation du poids du fourrage obtenu, l'examen de la flore, le changement de couleur de l'herbe dans les prairies pauvres,

TABLEAU V. — Composition chimique comparée des Légumineuses et des Graminées.

SUBSTANCES	DANS 100 KILOS DE FOURRAGE SEC	
	Graminées	Légumineuses
Azote	12,39	27,48
Acide phosphorique.	4,68	6,48
Acide sulfurique	3,66	3,56
Chaux	4,95	23,45
Magnésie.	1,39	3,92
Potasse.	18,14	23,07
Soude	1,34	3,70
Oxyde de fer.	2,21	1,77
Silice.	75,31	21,81

le séjour prolongé du bétail, viennent démontrer au cultivateur qu'il n'a perdu ni son temps ni son argent.

§ 4. — Création des prairies.

On a beaucoup discuté sur l'opportunité de la création des prairies. Les uns prétendaient qu'il valait mieux laisser le terrain s'engazonner seul, tandis que les autres préconisaient le semis direct. Or, parmi ces derniers, quelques-uns utilisent les balayures de fenil ou fleur de foin; d'autres préfèrent le mélange rationnellement effectué de graines fourragères choisies avec discernement. La coutume encore très répandue d'ensemencer en fleur de foin ne constitue pas un progrès sur l'engazonnement naturel primitif, quoique beaucoup d'agriculteurs prétendent, on ne sait trop pourquoi, « qu'il faut rendre au sol la semence qu'il a produite lui-même ».

Il résulte d'expériences très nombreuses que le rendement de la fleur de foin est de moitié inférieur à celui d'un mélange de graines fourragères; en outre, et pourvu que la prairie soit fertilisée, on empêche l'introduction des plantes nuisibles ou inutiles, qui se produit déjà suffisamment dans les conditions normales.

Sans entrer ici dans la pratique même de la création des prairies, nous dirons que les mélanges doivent être composés d'après certains principes. Ceux-ci ont été succinctement indiqués par M. C. Denaille¹ :

1° Les Légumineuses ne doivent y entrer, en général, que pour un tiers (33 %), si l'on veut que la culture soit dans les meilleures conditions de rapport et de durée;

2° La proportion du Ray-Grass d'Italie ne doit pas être de plus de 20 %, parce que, dans les deux premières années, il étouffe souvent les espèces qui se développent plus lentement et que, par là, lorsqu'il a disparu lui-même, il se produit des lacunes dans l'herbage;

3° Pour la même raison, il ne faut pas que le Ray-Grass anglais dépasse 15 %, quoiqu'il soit de plus longue durée que le précédent;

4° Il faut mettre à la fois des herbes hautes, moyennes et basses;

5° Les espèces les plus durables, telles que le dactyle, la fétuque et le paturin des prés, doivent y participer dans des proportions convenables.

Ces prescriptions, toutefois, s'appliquent surtout aux prairies temporaires, d'une durée de trois à six ans.

Nous ne pouvons donner ici d'exemples de mélanges, ceux-ci variant beaucoup avec la nature du sol, son état de fraîcheur, la pureté des graines, leur pouvoir germinatif, etc.; enfin, les mélanges pour prairies de fauche ne sont pas les mêmes que pour les pâturages, car, pour ces derniers, il faut surtout donner la préférence aux herbes qui repoussent bien sous la dent du bétail.

Voici néanmoins, pour fixer les idées sur ce point, et à titre de simple indication, un mélange indiqué par M. G. Heuzé pour créer une prairie permanente sur un terrain argilo-calcaire bien fumé² :

A. Ray-grass	10 %	5*000
A. Vulpin des prés	10 "	2,500
B. Paturin des prés	10 "	2,000
A. Fétuque durette	8 "	2,500
A. Fromental	8 "	8,000
A. Brème des prés	8 "	5,000
A. Houque laineuse	5 "	1,000
A. Avoine jaunâtre	5 "	1,500
A. Dactyle.	5 "	2,000
B. Fléole des prés	5 "	0,500
B. Canche flexueuse	4 "	1,600
B. Trèfle violet	6 "	1,200
B. Sainfoin	6 "	7,500
B. Trèfle hybride	6 "	1,200
B. Trèfle blanc.	4 "	1,000
	100 %	42*500

¹ C. DENAILLE : Renseignements succincts sur les plantes fourragères et les créations de prairies.

² Le semis doit être fait en deux fois. On répand d'abord le mélange comprenant les grosses semences indiquées par la lettre A, qu'on enterre par un hersage très léger; ensuite

TABLEAU VI. — Propriétés et exigences des principales plantes des prairies et pâturages.

POUR L'ENSEMENCEMENT		QUANTITÉ à semer en un mélange	POIDS de l'hecto- litre	NOMS DES GRAMINÉES et des LÉGUMINEUSES	GROSSEUR de la semence ⁴	PRÉCOCITÉ	VALEUR nutritive	RENDIMENT	TERRAINS les mieux appro- priés	OBSERVATIONS ET PARTICULARITÉS
Pureté	de chaque espèce									
% 95	kilos 2 à 8	kilos 20			A	Tardif.	Nutritif.	Élevé.	Frais, humeux, consistants ou limoneux	1. Donne les meilleures récoltes les premières années ; convient donc moins pour les pâtures que pour le fânage ou les prairies tempo- raires. Sensible à l'azote titu- lrique.
85	2 à 6	25	18	Ficole des prés (<i>Pheum pratense</i> .)	B	Très hâtif.	Moins nutritif.	Bon après 3 ou 4 ans.	Presque indif- férents.	2. Uniquement pour pâturages. Très sensible à l'azote ammoniacal et aux engrais minéraux.
90	2 à 8	30	9	Vulpin des prés (<i>Alopecurus pratensis</i> .)	B	Très hâtif.	Très nutritif.	Modéré après 3 ou 4 ans.	Frais, lourds, fertiles.	3. Très approprié aux prairies perma- nentes; repousse rapidement. Très sensible aux engrais chimiques.
75	3 à 9	45	20	Dactyle pelotonné (<i>Dactylis glomerata</i> .)	A	Hâtif.	Moins nutritif.	Élevé.	Plus ou moins lourds.	4. Repousse rapidement. Vient à l'ou- bre. Convient pour pâtures et pour prairies durant plus de trois ans.
85	2 à 6	30	20	Paturin commun (<i>Poa trivialis</i> .)	B	Hâtif.	Très nutritif.	Faible.	Compacts.	5. Approprié aux prairies de fauche, peu aux pâturages.
95	5 à 10	60	25	Ray-grass anglais (<i>Lolium perenne</i> .)	B	Très hâtif.	Très nutritif.	Élevé.	Limon frais.	6. Pâturages et prairies. Maximum la deuxième année. Repousse vite. Sensible aux engrais chimiques.
95	3 à 10	60	22	Ray-grass d'Italie (<i>Lolium italicum</i> .)	B	Très hâtif.	Nutritif.	Très élevé.	Frais, fertiles.	7. Développement rapide, surtout pour prairies temporaires et irriguées.
90	3 à 8	55	18	Fétuque des prés (<i>Festuca pratensis</i> .)	B	Demi-tardif.	Nutritif.	Bon.	Indifférents.	8. Très bon pour pâturages.
66	3 à 10	90	16	Fromental (<i>Lena elatior</i> .)	B	Hâtif.	Nutritif.	Élevé.	Indifférents.	9. Faucher avant la floraison. Beau- coup de regain. Approprié aux prairies de fauche irriguées.
98	2 à 4	20	80	Trèfle des prés (<i>Trifolium pratense</i> .)	A	Demi-tardif.	Très nutritif.	Élevé.	Assez lourds.	10. Ne résiste pas aux gelées.
96	4 à 3	18	80	Trèfle hybride (<i>Trifolium hybridum</i> .)	A	Demi-tardif.	Très nutritif.	Moyen.	Frais ou hu- mides.	11. Excellent pour prairies de fauche ou temporaires.
96	1 à 4	18	80	Trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i> .)	A	Hâtif.	Très nutritif.	Faible.	Frais.	12. Convient bien en mélange pour la sous-végétation.
95	1 à 2	20	78	Lupuline (<i>Medicago lupulina</i> .)	A	Hâtif.	Très nutritif.	Modéré.	Profonds.	13. Bon pour sous-végétation. Très sensible au calcaire.

⁴ Dans ce tableau, la lettre A désigne les graines petites et lourdes qui doivent être semées ensemble; B désigne les graines grosses et légères dont on fera un second lot.

Le tableau VI résume toutes les indications pratiques sur ce point, tout au moins en ce qui concerne les principales plantes des prairies.

§ 5. — Entretien.

Indépendamment de la fumure, il est essentiel, dans les prairies et pâturages, d'enlever les mauvaises plantes au fur et à mesure qu'elles se montrent; c'est le plus sûr moyen d'en prolonger la durée.

En outre, plus la prairie vieillit, plus il se forme d'humus; c'est un motif pour recourir au hersage. Grâce à lui, l'air pénétrant dans le sol provoquera la décomposition de l'humus. D'ailleurs, les avantages du hersage se traduisent dans l'expérience suivante effectuée par Anderegg :

	NON FUMÉE	FUMÉE
Non hersé	377 kilos.	833 kilos.
Hersé.	770 —	1.563 —

Le *chaulage* permet aussi de combattre l'influence nuisible de l'excès d'humus¹.

Une pratique trop souvent négligée dans l'entretien des surfaces enherbées et dont l'oubli contribue beaucoup à en abrégier la durée, c'est la destruction des herbes nuisibles au fur et à mesure qu'elles se montrent. Parmi ces mauvaises plantes qui éliminent peu à peu les bonnes, il faut citer les Plantains (*Plantago*), le Rhinanthé crête de coq (*Rhinanthus crista galli*), les Chardons (*Carduus*) et surtout le Colchique et les mousses. Le colchique (*Colchicum autumnale*) est en outre vénéneux. Il se montre surtout dans les prairies fraîches. Quand il est peu abondant (et il ne faut pas attendre qu'il se multiplie), on peut couper les feuilles rez-terre deux années de suite; la plante finit par périr. Des hersages pendant deux années successives, à l'époque de la floraison, déterminent aussi la pourriture des bulbes. La mousse (*Muscado*) prend rapidement la place des bonnes plantes dans les prairies mal entretenues et insuffisamment fumées. On en débarrasse plus ou moins complètement le terrain en travaillant vigoureusement sa surface au moyen d'une herse à dents serrées et bien époutées, avant l'hiver et préférablement au printemps, quand le sol est frais; on les recueille au rateau, on les fait sécher et on les brûle. On peut aussi arroser les places envahies avec du purin tenant en dissolution 5 % en poids de sulfate de fer, et quelques

semaines après on engazonne de nouveau les places ainsi traitées.

Les Taupes (*Talpa*), quoique rendant des services en détruisant les vers blancs, sont parfois nuisibles; en effet, l'abondance des taupinières contrarie non seulement les opérations du fanage, mais souvent elle empêche l'herbe de pousser sur des étendues parfois considérables; aussi ne saurait-on trop recommander, dès le printemps, d'exécuter l'*étaupinage*, c'est-à-dire le nivellement des monticules de terre. La même observation s'applique aux fourmilères.

Si la prairie a été pâturée après la première ou la seconde coupe, il faut avoir soin de répandre les déjections des animaux et de couper les touffes d'herbes laissées par ces derniers.

L'*irrigation* prend également place parmi les soins d'entretien. Naturellement, plus l'eau sera chargée de matières organiques et meilleure elle sera.

Toutefois, l'eau ne doit jamais être stagnante : le sol deviendrait acide. Ainsi que le fait remarquer M. P. de Vuyst⁴, l'eau peut couler depuis l'époque de l'enlèvement du regain jusqu'aux premières gelées; comme la végétation est alors à l'état latent, l'irrigation peut durer longtemps; en effet, l'on a surtout en vue l'enrichissement du sol en principes nutritifs. Après l'hiver, on irrigue quand l'eau a une température supérieure à celle de l'air ambiant, c'est-à-dire au premier printemps. Après l'hiver, les arrosages doivent se faire par intervalles, car la plante qui se développe doit avoir de l'air, aussi bien pour la racine que pour la tige.

III. — UTILISATION DE LA PRODUCTION HERBACÉE.

L'herbe verte, le foin et le regain ne sont pas toujours récoltés et utilisés d'une manière bien rationnelle. Dans beaucoup de régions, sous l'influence de l'empirisme et de la tradition séculaire, on ne fait pas assez l'application des dernières découvertes de la Science à cette partie de l'Économie rurale.

Tout d'abord, c'est par le pâturage qu'une surface enherbée donne le plus grand rendement, car alors les jeunes pousses sont utilisées au fur et à mesure qu'elles apparaissent; or, ainsi que nous allons le démontrer, c'est dans l'herbe jeune que se trouve la plus grande quantité d'éléments nutritifs².

on procède à l'épandage des petites semences désignées par la lettre B. Ce deuxième semis doit être suivi par un roulage.

¹ La chaux ne doit, ou plutôt ne devrait pas être incorporée directement; on la mélangera à de la terre, sous forme de *compost*. Ce compost sera réparti avec la herse à chaînons. Dans le nord de la France, on utilise aussi très avantageusement dans ce but les *écumes de défécation* ou *houes de sucrerie*.

⁴ P. DE VUYST : *Manuel pratique et raisonné des cultures spéciales*, p. 254.

² Les cultivateurs semblent se préoccuper surtout de l'abondance de la récolte et ne pas tenir suffisamment compte des qualités nutritives qu'elle peut offrir, et cela tant au point de vue de la fertilisation qu'au point de vue de la récolte.

§ 1. — Fauchage et fenaison.

D'une manière générale, les prairies naturelles sont fauchées trop tardivement. Il y a à cela deux inconvénients. Tout d'abord, une récolte tardive donne un foin de moins belle couleur, moins aromatique et plus dur, d'une mastication plus difficile; en outre, le fauchage tardif est préjudiciable au regain, car, en différant la coupe, on retarde nécessairement la seconde pousse de l'herbe. Les recherches d'Isidore Pierre, et celles d'autres expérimentateurs, établissent que la composition des plantes se modifie d'une manière très désavantageuse avec l'âge, et qu'il y a diminution de matière azotée et augmentation de cellulose dans le fourrage quand on retarde la récolte.

Dans une série d'analyses faites sur le foin de la grande prairie de Caen, M. Is. Pierre a trouvé, par kilo de fourrage vert¹ :

	MATIÈRE SÈCHE	EAU
Coupe du 18 Juin	237 gr.	763 gr.
— 2 Juillet	281 —	719 —
— 1 ^{er} Août	350 —	650 —

Les proportions d'azote contenues dans chaque kilo de ces mêmes foins considérés soit à l'état vert, soit à l'état fané, à 20 % d'humidité, soit complètement privés d'eau, ont été trouvées les suivantes :

	FOIN		
	vert	à 20 % d'humidité	complètement sec
Coupe du 18 Juin	3 gr. 4	11 gr. 6	14 gr. 5
— 2 Juillet	3 gr. 7	11 gr.	13 gr. 8
— 1 ^{er} Août	4 gr. 5	10 gr. 3	12 gr.

Comme fourrage vert, le foin s'est enrichi pris en masse, parce qu'il est de moins en moins aqueux; mais comme fourrage complètement privé d'humidité ou amené, par le fanage, à contenir, dans les trois cas, la même proportion d'humidité, il s'appauvrisait à mesure que son développement avançait.

L'importance qu'il y a de faucher le foin de bonne heure découle encore des analyses suivantes, beaucoup plus complètes, exécutées par Warington :

JOUR du fauchage	ÉLÉMENTS azotés	MATIÈRES grasses	HYDRATES de carbone		
			solubles	CELLULOSE	CENDRES
	%	%	%	%	%
14 Mai	17,65	3,19	40,86	22,97	15,33
9 Juin	11,16	2,74	43,27	34,88	7,95
25 Juin	8,46	2,71	42,34	38,15	7,34

Il se produit des changements importants pendant la fenaison : le foin perd beaucoup de ses principes nutritifs en temps de pluie. Le fanage doit donc se faire avec beaucoup de soin et, si pos-

sible, par un temps sec et une chaleur modérée, afin d'obtenir du foin *sec et vert*.

§ 2. — Rendements.

En France, la proportion des prairies à faible rendement l'emporte malheureusement de beaucoup encore sur celles à rendements élevés. La récolte moyenne par hectare donne, pour les prés submersibles, un rendement moyen de 33 quintaux 60 par hectare; pour les prairies non irriguées, 31 quintaux 25 seulement.

Les prairies basses donnent souvent des rendements élevés, surtout dans les années sèches, mais le foin ainsi obtenu est généralement de mauvaise qualité.

Les prairies moyennes, non arrosées, donnent, suivant leur nature, des rendements qui oscillent entre 4.000 et 5.000 kilos. Enfin, les bonnes prairies, à deux, trois, et même quatre coupes, fournissent de 6.000 à 10.000 kilos de foin par hectare.

On peut admettre, eu égard à leur productivité, cinq groupes bien distincts de prairies naturelles¹. Nous les résumerons dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU VII. — Rendement des prairies.

NATURE DES PRAIRIES	PRODUCTION DE FOIN
A plus de deux coupes (irriguées).	6.000 à 10.000 kilos.
A deux coupes arrosées	4.000 à 5.500 kilos et un pâturage.
— non arrosées	3.000 à 4.000 kilos et un pâturage.
A 1 coupe	2.000 à 2.800 kilos.
—	1.800 à 1.500 kilos et au-dessous.

Les départements qui consacrent la plus grande étendue aux prairies ne sont pas ceux qui obtiennent la production moyenne par hectare la plus élevée.

En 1898, les plus forts rendements ont été obtenus dans les départements qui suivent :

	PAR HECTARE
Loire	65 quintaux.
Côtes-du-Nord	65 —
Manche	65 —
Vaucluse	64 quint. 60.
Seine-et-Oise	62 quint. 41.
Drôme	60 quintaux.

Pour les herbages, durant la même année, c'est dans les départements qui suivent que les rendements ont été les plus élevés :

	PAR HECTARE
Mayenne	55 quintaux.
Jura	49 quint. 60.
Nord	45 quintaux.
Manche	44 —

¹ IS. PIERRE: *Études comparées sur la culture des céréales, des plantes fourragères et des plantes industrielles.*

§ 3. — Foin et regain.

Malgré l'accroissement des cultures prairiales en France, nous ne produisons pas assez de fourrage pour notre consommation. Bien peu d'agriculteurs produiront du foin et du regain pour les grandes villes, qui sont cependant de grands consommateurs : aussi les importations viennent-elles combler le déficit. C'est ainsi que, tous les ans, l'étranger

formé de feuilles et de tiges moins élevées, qui ne portent presque jamais de fleurs. On le fait pâturer quelquefois, ou bien on le fauche vers la fin de septembre. Le cultivateur a tout intérêt à récolter soigneusement le regain, qui convient très bien aux bovidés et particulièrement aux veaux. Les chevaux, en sont, en général, moins friands¹.

Le fanage du regain est souvent difficile à cause des mauvais temps, si communs à cette époque de

TABLEAU VIII. — Composition comparée du foin et du regain.

DÉSIGNATION	EAU par 100 kilos	MATIÈRES SÈCHES		MATIÈRES PROTÉIQUES		SUBSTANCES GRASSES		HYDRATES DE CARBONE			VALEUR ALIMEN- TAIRE par 100 kilos
		Sub- stances orga- niques	Cendres	Brutes	Diges- tibles	Brutes	Diges- tibles	Extrac- tifs non azo- tés	Cellu- lose	Diges- tibles	
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	fr. c.
Foin de pré naturel, 1 ^{re} qualité.	15,0	78,0	7,0	11,5	7,0	3,0	1,5	41,7	21,8	42,5	4 62
— — — 2 ^e —	15,3	78,5	6,2	8,5	5,0	2,5	1,0	41,3	26,2	38,5	3 65
— — — 3 ^e —	16,0	78,5	5,5	7,5	4,0	2,0	0,6	39,8	29,2	36,0	3 40
Regain de pré naturel.	15,5	79,0	5,5	12,0	9,0	3,0	1,5	42,0	23,0	45,0	5 25

nous envoie de 12.000.000 à 19.000.000 de kilos de fourrages, représentant une valeur de 1.900.000 à 11.000.000 de francs. C'est surtout la Belgique, l'Allemagne et l'Italie qui y pourvoient.

Les prairies donnent souvent deux et même trois ou quatre coupes par an, suivant leur fertilité. La dernière coupe, ou *regain*, est plus riche que le foin de première coupe ; c'est ce qui résulte de l'examen du tableau VIII.

Le regain diffère aussi du foin en ce qu'il est

l'année : aussi, dans certaines contrées, le rentre-t-on à demi desséché pour le mélanger avec de la paille de blé ou d'avoine, qui absorbe l'eau surabondante.

Quoique le regain soit plus nutritif que le foin de première coupe, il est cependant moins recherché dans le commerce ; cela tient à ce qu'il est moins long, et qu'il plaît moins à l'œil.

Albert Larbalétrier,

Professeur à l'École d'Agriculture de Grand-Jouan.

LE 5^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE ZOOLOGIE

Le 5^e Congrès international de Zoologie s'est tenu à Berlin, du 12 au 16 août, sous la présidence de M. le Professeur Möbius, directeur du Musée Zoologique de cette ville. Inauguré en 1889 à Paris, ce Congrès international a tenu successivement ses assises à Moscou, à Leyde et à Cambridge. Son succès est allé sans cesse en grandissant et l'on peut dire que, cette fois, il a dépassé toute prévision : en effet, le nombre des membres inscrits a été supérieur à 600, dont 500 au moins étaient présents.

Un tel résultat démontre mieux que tout discours à quel point était nécessaire le Congrès fondé, voilà onze ans, par A. Milne-Edwards et M. R. Blanchard ; il prouve également le soin apporté à l'organisation du Congrès de Berlin par le Comité local, en particulier par M. Matschie, conservateur des Mammifères, qui remplissait avec

zèle et talent les délicates fonctions de Secrétaire général.

Tous les zoologistes allemands étaient présents, à de très rares exceptions près : non seulement les Universités étaient représentées par leurs professeurs, leurs privat-docenten, leurs assistants ; mais les grands Musées, comme ceux de Hambourg, de Stuttgart, de Brunswick, de Magdebourg, etc., avaient aussi délégué leurs directeurs. De l'Étranger étaient venus un grand nombre de savants : d'Angleterre, MM. Hartert, Hoyle, lord Rothschild,

¹ Comme le fait remarquer M. Joulie, le plus souvent, la relation nutritive et la valeur alimentaire s'élèvent de coupe en coupe, et souvent dans de très larges proportions, de telle sorte que la valeur alimentaire de la dernière coupe est quelquefois double de celle de la première. Aussi, les cultivateurs bien avisés se gardent-ils bien de porter au marché leurs regains, qu'ils utilisent dans la ferme ou font manger sur place par les animaux.

Sclater, Scharff, M. et M^{lle} R. B. Sharpe; d'Autriche, MM. Babor, L. von Graff (Graz), Mrazek (Prague), L. S. Schenk (Vienne) et Siedlecki (Cracovie); de Belgique, le D^r Pelseener; des Etats-Unis, MM. Stejneger et C. W. Stiles; de Hollande, MM. van Bemmelen, Hoek, Horst, Hubrecht, M. et M^{me} Max Weber; de Hongrie, MM. Apathy et Horvath; d'Italie, MM. Al. Brian, Emery, Grassi et Livini; du Japon, MM. Ijima, Matsumura et Osawa; de Roumanie, MM. Antipa et Cosmovici; de Russie, MM. Salensky, Scheviakoff et Zograf; de Serbie, M. Yovanovitch; de Suède, M. Aurivillius; de Suisse, MM. Blanc, Field, A. Forel et Th. Studer.

La France était représentée par cinquante-cinq personnes et comptait de nombreuses délégations. Le Ministère de l'Instruction publique avait envoyé MM. Th. Barrois, R. Blanchard, Yves Delage, A. Giard, J. de Guerne, Ch. Janet, L. Joubin, C. Schlumberger et L. Vaillant; cette délégation était présidée par M. Edmond Perrier, directeur du Muséum. Le Ministère de l'Agriculture était représenté par M. le Professeur Railliet, d'Alfort. Signalons aussi MM. A. Certes (Paris), G. Darboux (Lyon), J. Guiart, Hérouard, Pizon, Pruvôt (Grenoble) et Racovitza (Banyuls).

M. le comte von Ballestrem, président du Reichstag, avait mis gracieusement le magnifique palais du Reichstag à la disposition du Congrès. La grande salle des séances servait aux réunions générales; les vastes salles de Commissions étaient utilisées pour les séances de sections. Le restaurant, le bureau de poste, la salle de lecture et toutes les autres dépendances étaient libéralement ouverts aux congressistes, qui ont trouvé là l'organisation la plus parfaite et l'hospitalité la plus gracieuse.

Il nous est difficile d'entrer dans le détail des travaux accomplis par le Congrès; nous ne signalerons donc que les faits essentiels.

I

Le Congrès de Moscou, en 1892, avait créé un Comité permanent dont le siège fut fixé à Paris, en considération de ce que le premier Congrès avait eu lieu en France: A. Milne-Edwards et M. R. Blanchard furent désignés respectivement comme Président et comme Secrétaire général de ce Comité. Le même Congrès de Moscou fonda deux prix, grâce à des sommes considérables, que l'empereur Alexandre III et S. A. I. le Tsarévitch (actuellement S. M. l'empereur Nicolas II) lui avaient accordées. Une Commission internationale fut également constituée, à l'effet de décerner ces prix, avec A. Milne-Edwards comme Président et M. R. Blanchard comme Secrétaire général. Le

décès de M. A. Milne-Edwards, survenu depuis le Congrès de Cambridge, avait donc désorganisé les deux Comités dont nous venons de parler. Ceux-ci, usant de leur initiative, avaient appelé provisoirement à la présidence M. Edmond Perrier, le nouveau directeur du Muséum de Paris. Cette désignation provisoire fut soumise à l'approbation du Congrès de Berlin, qui la ratifia par un vote unanime.

Le prix de S. M. l'Empereur Alexandre III est décerné alternativement par le Congrès de Zoologie et par le Congrès d'Anthropologie et d'Ethnographie préhistoriques. Cette année, il appartenait à ce dernier Congrès d'en disposer; dans trois ans, ce sera le tour du Congrès de Zoologie.

Le prix de S. M. l'empereur Nicolas II appartient en propre au Congrès de Zoologie, qui le décerne à chacune de ses sessions. La Commission internationale des prix avait mis au concours la question suivante: *Déterminer l'influence de la lumière sur le développement de la couleur chez les Lépidoptères*. Sur le rapport de M. R. Blanchard, le prix a été décerné à M. le D^r J. Th. Oudemans, d'Amsterdam. L'auteur présente à l'appui de sa thèse un ensemble remarquable de faits bien observés, démontrant les parts qui, dans la production de la couleur des ailes, reviennent respectivement à l'hérédité, au mimétisme et aux diverses influences actuelles.

Le prochain Congrès, qui doit se réunir dans trois ans à Berne, sous la présidence de M. le Professeur Studer, aura donc à décerner deux prix: nous en ferons connaître le programme dès qu'il nous aura été communiqué par la Commission internationale.

D'après le règlement, les zoologistes du monde entier peuvent prendre part au concours, à l'exception de ceux du pays où doit se tenir le prochain Congrès.

Son Altesse Impériale le prince héritier avait bien voulu accepter le patronage du Congrès, qu'il avait l'intention d'ouvrir en personne. La mort de sa grand-mère l'Impératrice Frédéric l'empêcha de mettre ce projet à exécution. M. le Président Möbius ayant proposé d'adresser au Kronprinz, à l'Empereur et à la famille impériale un télégramme de condoléances, M. Edmond Perrier, désigné à cet effet par les membres étrangers du Congrès, prit la parole pour appuyer chaleureusement cette motion. Son intervention, formulée en excellents termes, a produit la meilleure impression.

La séance d'inauguration, malgré le deuil national, s'est ouverte en grande pompe, en présence de deux ministres, du recteur, du bourgmestre et d'une nombreuse délégation du Magistrat, (administration municipale) de la ville de Berlin. Après

les discours d'usage, parmi lesquels celui de M. Perrier, au nom de la délégation française, le Professeur Grassi, de Rome, fit une conférence sur le paludisme et sa propagation par les Insectes. On sait quelle part considérable revient au savant italien dans les récentes découvertes dont il devait entretenir ses auditeurs; aussi son discours a-t-il eu le plus grand succès, d'autant plus qu'il s'exprime en allemand de la façon la plus correcte.

Parmi les autres conférences faites en séance générale, nous signalerons tout spécialement celle de M. le Professeur Yves Delage, de la Sorbonne, sur les théories modernes de la fécondation¹. Nos lecteurs connaissent les ingénieuses expériences de notre savant compatriote sur la mérogonie; leur exposé vivant et lucide a valu au conférencier d'unanimes applaudissements. Il en a été de même pour M. A. Forel, qui a décrit de charmante façon la vie psychique des Fourmis²; pour M. Bütschli, qui a lu un long mémoire doctrinal sur la question du vitalisme et du mécanisme; pour M. Branco, qui a traité de l'Homme fossile, du *Pithecanthropus* et de la descendance des races humaines.

Nous devons encore une mention spéciale à la communication faite, en séance générale, par le Professeur S. L. Schenk, de Vienne, sur la procréation volontaire des sexes. On connaît sa doctrine, qui a fait quelque bruit, voilà deux ans: elle consiste essentiellement à produire la dénutrition de la femme par un régime approprié, dès le début de la grossesse, ou mieux, quelque temps avant la conception; une femme dont le poids diminue progressivement et dont l'urine renferme une quantité déterminée d'albumine, grâce au régime spécial, produirait sûrement des mâles. Telle est, dans ses grandes lignes, la théorie du savant viennois. Il a su l'exposer avec éloquence, avec une verve toute méridionale, et, malgré les sérieuses objections qui lui ont été présentées, son succès a été considérable. D'ailleurs, succès mondain plutôt que scientifique, car, pour cette séance, le nombre des toilettes claires avait singulièrement augmenté dans la salle. Il faut croire que l'éternel féminin est partout le même et que les questions quelque peu croustillantes ont autant d'attrait pour les jolies Berlinoises que pour nos gracieuses Parisiennes.

Les Sections ont entendu de nombreuses communications. Mentionnons, entre autres, celle de M. Pizon, du lycée Janson-de-Sailly, sur la formation et l'accroissement des colonies de Botryllides (Tuniciers de petite taille), et surtout celle de M. Ijima sur les Eponges japonaises de la famille des Hexac-

tinellides. Le savant de Tokio avait apporté une admirable collection de ces Eponges: les formes les plus diverses s'y trouvaient représentées par des exemplaires d'une taille considérable et d'une conservation parfaite. Il a fait présent de cette splendide collection à l'Institut Zoologique du Professeur F. E. Schulze; elle en sera sans aucun doute le joyau le plus précieux.

II

Le résultat le plus important du Congrès de Berlin est l'entente définitive des zoologistes au sujet de la nomenclature. A Paris en 1889, et à Moscou en 1892, M. R. Blanchard avait présenté deux longs et substantiels Rapports, traitant de cette importante question. Faute de temps, on n'avait pu les discuter qu'en partie. Le Congrès de Leyde en 1893 avait nommé une Commission internationale, à l'effet d'étudier les questions encore pendantes. Cette Commission se réunit à Baden-Baden en 1896, puis à Cambridge en 1898: elle s'adjoignit alors un certain nombre de membres nouveaux et résolut de saisir le Congrès de Berlin d'un dernier Rapport, ne portant d'ailleurs que sur un petit nombre de points encore litigieux.

Sous la présidence de M. R. Blanchard, la Section de nomenclature a fait de bonne besogne. Après de longues et vives discussions, auxquelles ont pris part, entre autres, MM. le comte *von Berlepsch*, *J. V. Carus*, *von Martens*, *F. E. Schulze*, *Stejneger* et *C. W. Stiles*, elle a pu aboutir à une entente complète et présenter au Congrès un ensemble de décisions qu'il a ratifiées à l'unanimité. La rédaction du code définitif des règles de la nomenclature a été confiée à une Commission de trois membres, composée de MM. *R. Blanchard* pour la langue française, *F. von Maehrenthal* pour l'allemand et *C. W. Stiles* pour l'anglais. Cette Commission publiera prochainement le texte officiel des règles de nomenclature adoptées par les Congrès internationaux de Zoologie.

L'élaboration de ces règles a été longue, mais il est juste de reconnaître que rien n'était plus indécis ni plus arbitraire, et qu'il était très important de donner à cette question, une fois soulevée, une solution définitive, pour autant qu'il peut y avoir quelque chose de définitif dans la science, dont l'essence est de toujours progresser. Il nous plaît de rappeler ici que ce résultat capital est l'œuvre de l'un de nos compatriotes, M. le Professeur R. Blanchard.

III

La dernière séance générale de clôture a eu lieu le 16 août, sous la présidence de M. R. Blanchard; S. E. M. le Dr Studt, ministre de l'Instruction publi-

¹ La Revue publiera *in extenso* cette conférence dans son prochain numéro.

² La Revue publiera également cette étude dans un de ses prochains numéros.

que, y assistait. Après les conférences de MM. Bütschli et Branco, et après l'expédition de diverses affaires administratives, le président, dans un long discours en langue allemande, accueilli par les applaudissements de l'assemblée, a résumé les travaux du Congrès et exprimé les remerciements des membres étrangers pour la chaleureuse et cordiale réception dont ils avaient été l'objet. Il formulait ainsi le sentiment unanime des zoologistes étrangers et particulièrement des Français, qui n'ont eu qu'à se louer de la courtoisie discrète et des prévenances toujours en éveil de leurs collègues *allemands*.

Un Congrès ne va pas sans excursions, réceptions et autres fêtes; il est juste que nous disions un mot de celles qui ont eu lieu pendant et après le Congrès zoologique.

Citons tout d'abord la charmante excursion sur le Wannsee, organisée à la hâte à la place d'une visite à Potsdam, les châteaux impériaux de cette localité étant interdits au public en raison des obsèques de l'Impératrice Frédéric qui devaient y être célébrées le lendemain.

Mentionnons encore le déjeuner du 14 août au Jardin Zoologique, admirable établissement que M. le Dr Heck dirige avec un talent digne des plus grands éloges. Ce jour-là, le Congrès tout entier (plus de 500 personnes était attendu par 150 landaus. C'était vraiment un coup d'œil extraordinaire que celui de toutes ces voitures, défilant sous un gai soleil par la Siegesallee et le Thiergarten et décrivant les circuits les plus capricieux, afin de montrer aux Congressistes les monuments ou les sites les plus remarquables. Le hasard, qui fait bien les choses, voulut que l'escorte rencontrât plusieurs fois l'Empereur.

Le Magistrat de Berlin a offert un dîner d'au moins 500 couverts dans les salons du Rathhaus ou « Rothhaus », comme disent plaisamment les Ber-

linois, à cause de la construction en briques rouges de leur Hôtel de Ville.

L'Oberbürgermeister, M. Kirschner, a souhaité la bienvenue au Congrès dans une chaleureuse improvisation; divers orateurs lui ont répondu, notamment M. Edmond Perrier au nom des savants français; le succès a été pour M. Ijima, qui a terminé son discours allemand par des vivats poussés en langue japonaise.

Signalons encore, pour être complet, le grand banquet qui eut lieu, le 15 août, au Jardin Zoologique.

Tel est l'ensemble imposant des fêtes et réceptions qui furent offertes aux Congressistes. Le Comité d'organisation avait préparé encore d'autres attractions, que le deuil national ne permit pas de réaliser.

Le Congrès était à peine clos qu'on prenait le train pour Hambourg, où était préparée une brillante réception, de la part de la Municipalité. Avec sa bonne grâce coutumière, M. le Dr Kraepelin a fait les honneurs du magnifique Musée zoologique. La principale attraction a été, sans contredit, la visite du port de Hambourg: c'est un spectacle saisissant que celui de ce port immense, où affluent des navires de tous les points du globe et où s'accomplit un mouvement commercial chaque jour grandissant.

Une excursion finale a eu lieu à l'île d'Helgoland, où le Dr Heincke dirige une importante station de Biologie marine. Depuis le peu d'années qu'il appartient à l'Allemagne, l'île d'Helgoland est devenu, non seulement un centre scientifique important, mais aussi une station balnéaire de plus en plus fréquentée. La visite de cette terre isolée, aux falaises abruptes où nichent les Oiseaux des mers du Nord, est vraiment intéressante: par ses coutumes, la population n'est pas sans analogie avec celle de l'île de Marken, dans le Zuiderzée.

XXX.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Russell (Bertrand-A.-W. l. — Essai sur les Fondements de la Géométrie. (Traduit par M. ALBERT CADE-NAT et annoté par l'auteur et par M. LOUIS COUTURAT). — 1 vol. in-8° de 274 pages, avec figures. (Prix : 9 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Ayant à rendre compte, pour les lecteurs de cette Revue, de cet important ouvrage, je me bornerai à dire succinctement ce qu'on y trouve, sans m'engager bien avant dans les polémiques que le livre a soulevées dès son apparition.

Sans parler déjà de l'excellente exécution matérielle, habituelle à tout ce qui sort de l'imprimerie Gauthier-Villars, on doit signaler que la publication est très soignée. En effet, le corps de l'ouvrage est accompagné : 1° de deux préfaces par l'auteur, l'une de l'édition française, l'autre de l'édition anglaise; 2° d'un lexique philosophique par M. Couturat; 3° de notes mathématiques par l'auteur; 4° d'une table détaillée et systématique des matières, véritable répertoire. Le tout constitue un ensemble de 274 pages.

Quoique fortement teinté de Mathématiques, le livre est un livre de Philosophie. Il est très analogue, par suite, aux études récentes de M. Hannequin sur l'hypothèse des atomes ou de M. Couturat sur l'infini. Les mathématiciens purs y trouveront, à côté des considérations qui leur sont familières, les aperçus dont, à tort ou à raison, ils s'abstiennent habituellement.

Abordant le vaste domaine de recherches qu'on nomme Géométrie non euclidienne ou Métagéométrie (comme on dit Métaphysique par rapport à la Physique), M. Russell rappelle d'abord, avec critique appropriée, ce qui a déjà été publié d'important. Puis il développe ce qu'il pense lui-même sur la matière. Il y a donc une partie historique et critique et une partie dogmatique.

Dans le développement historique de la Métagéométrie, M. Russell distingue trois périodes :

I. (Les précurseurs : l'Italien Saccheri de 1733 et l'allemand Lambert de 1786; puis les fondateurs : Gauss, Lobatchevski, Jean Bolyai). Le but poursuivi est de montrer qu'on peut édifier, en se privant du postulat d'Euclide, une géométrie logiquement cohérente.

II. (Riemann, Helmholtz, Lie, ...). Le principal objet de recherches est la discussion du principe de libre mobilité (« le déplacement des figures est possible sans déformation »); la méthode principale est l'emploi des coordonnées; l'espace est envisagé comme une multiplicité, c'est-à-dire comme lieu d'un point défini par des coordonnées — nombres. La notion principale introduite est la courbure des espaces.

III. (Surtout MM. Klein et Poincaré) C'est l'époque (actuelle) de la Géométrie projective. On ramène tout à des intersections de droites et au rapport anharmonique, ce dernier défini par la méthode de Staudt, c'est-à-dire sans aucune intervention de la distance.

Chemin faisant sont examinées les opinions de quelques savants ou philosophes. Signalons l'excellente critique des théories de Lotze, qui sont encore aujourd'hui l'arsenal où se munissent d'arguments les derniers euclidiens intransigeants.

Voici maintenant ce que M. Russell pense lui-même sur tous ces problèmes :

I. La Géométrie projective est entièrement *a priori* et repose sur des axiomes dont voici les essentiels : 1° On peut discerner dans l'espace des parties élémentaires ou « points », qui, tout en étant qualitativement

tous pareils, sont cependant discernables comme extérieurs les uns aux autres. 2° L'espace a un nombre fini et entier de dimensions.

II. La Géométrie métrique s'obtient en introduisant dans la Géométrie projective l'idée de mouvement et trois axiomes nouveaux : 1° Le principe de la libre mobilité; 2° celui (empirique) des trois dimensions de notre espace; 3° la notion de la distance de deux points.

III. Le chapitre IV est purement métaphysique. On y examine la question suivante : Quel rapport une notion purement logique de l'espace (telle que celle qui précède) peut-elle avoir avec notre espace ambiant, objet de la perception? Cette question n'est qu'un cas particulier du problème, probablement à jamais insoluble, de l'intelligibilité de l'Univers. Je n'insiste pas sur ce chapitre IV.

Le livre est intéressant et suggestif, parce que M. Russell remue beaucoup d'idées et a beaucoup réfléchi sur les matières qu'il traite. Mais enfin, comme personne au monde ne peut avoir aujourd'hui la prétention de résoudre complètement les problèmes posés, il n'y a rien d'étonnant à ce que de nombreuses réserves soient à faire aux théories de l'auteur.

Je ne veux pas m'engager bien avant dans la polémique, mais qu'on me permette de signaler deux de ces réserves.

D'abord, est-il bien sûr que la démonstration du paragraphe 37 (Deux points, et non quatre, ont une relation mutuelle, leur distance, indépendante des autres points) soit péremptoire? La distance ne peut-elle pas, sans faire l'objet d'un axiome distinct, être réductible à la Géométrie projective? M. Russell dit que, sans la distance de deux points, on ne pourrait plus distinguer les différents points d'une droite. Mais on les distingue déjà par l'axiome primordial, la discernabilité des points extérieurs les uns aux autres. L'axiome de la distance serait surabondant, comme réductible à d'autres axiomes.

En second lieu, on ne trouve (du moins je n'ai pas trouvé) aucune allusion à un fait algébrique, découvert il y a quelques années, lequel est passablement déconcertant. Voici ce que c'est :

En Géométrie analytique, il est impossible d'établir une différence de nature entre figures à nombre différent de dimensions. Prenons l'exemple le plus simple de cette particularité. Soit, dans un plan, un point m ,

$$x = X(t), \quad y = Y(t),$$

où X et Y sont des fonctions réelles, continues, uniformes de la variable réelle t . Faisons varier t , c'est-à-dire attribuons-lui une suite infinie de valeurs. Si X et Y sont les fonctions usuelles de l'analyse, le lieu du point m est une courbe C , figure à une dimension. Mais on peut choisir X et Y de façon que les points de C remplissent toute une région du plan, par exemple tout l'intérieur d'un rectangle. On obtient ainsi la même figure à deux dimensions que si l'on avait fait varier séparément x et y . Cela est d'accord avec la théorie des ensembles de Cantor, où l'on apprend qu'il n'est ni plus ni moins général d'envisager :

soit une suite infinie de nombres,
soit plusieurs pareilles suites.

Il semblerait donc qu'on peut reproduire tous les points, à n coordonnées indépendantes, d'un espace à n dimensions, en faisant varier un paramètre unique. Notre univers serait intrinsèquement à une dimension. C'est précisément ce que l'auteur (paragraphe 133 et suivants) soutient impossible.

Nous n'attachons pas d'importance dogmatique abso-

lue aux observations ci-dessus, mais on souhaiterait qu'à propos, par exemple, de l'axiome des dimensions, M. Russell expliquât ce qu'il pense des doutes et difficultés qui viennent d'être énumérés.

LÉON AUTONNE,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

2° Sciences physiques

Blondel (A.), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur d'Electricité à l'École nationale des Ponts et Chaussées.* — **Moteurs synchrones à courants alternatifs.** — 1 vol. in-8° de 244 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Memoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.). Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Quel spectacle touchant et admirable nous donne M. Blondel, qu'un mal implacable condamne à l'immobilité et qui, non seulement se tient au courant des progrès accomplis dans tous les domaines de l'électricité, mais dirige ces progrès sur plusieurs points et publie avec une fécondité inlassable des travaux marqués à la fois aux coins de l'érudition et de l'originalité!

Sa nouvelle production touche à un sujet difficile, qu'il affectionne spécialement, et à l'avancement duquel il a beaucoup contribué. En M. Potier, M. Maurice Leblanc et en lui, les machines à courants alternatifs ont trouvé des analystes délicats, rompus aux difficultés du calcul, qui par des moyens différents nous ont montré le jeu complexe de ces appareils si simples en apparence. Avec les alternateurs on ne se contente pas, comme avec les moteurs à vapeur ou à eau, de considérer les résultats dans leur ensemble et de faire abstraction du mécanisme intime des phénomènes, dont une investigation approfondie montrerait dans tous les cas la complication. L'étude des alternateurs conduit à appliquer aux courants alternatifs les propriétés générales des mouvements ondulatoires, telles que celles utilisées dans la synchronisation des pendules ou dans la propagation des ondes lumineuses. Ainsi l'électrotechnique, bien plus que les autres arts de l'ingénieur, est amenée à côtoyer les recherches de la Physique pure, et à apporter la rigueur de cette dernière dans ses développements.

Malheureusement, les matériaux qu'elle emploie sont sujet à des imperfections qui ne permettent pas d'appliquer les résultats des calculs basés sur l'hypothèse de matières idéales. De même que la vapeur ne présente pas, au point de vue de l'analyse, la simplicité d'un gaz parfait, le fer ne possède pas une perméabilité magnétique invariable. De là des complications devant lesquelles le calculateur le plus habile recule. De là aussi, pour les constructeurs, la nécessité d'employer dans les projets de machines électriques des formules empiriques déduites de la comparaison des moteurs existants.

La considération de machines théoriques, plus ou moins simplifiées dans leur essence, n'en est pas moins utile pour l'analyse qualitative des phénomènes complexes auxquels donne lieu le jeu des appareils réels.

Le chapitre I de l'ouvrage que nous examinons présente une description générale et un exposé au point de vue physique des alternateurs synchrones. Vient ensuite les théories classiques de Hopkinson, de Blakesley et de Steinmetz. Cette dernière, basée sur l'emploi des imaginaires, suggère l'observation typique suivante : « Cette méthode donne lieu à des calculs plus simples que celle de Hopkinson; mais, au fond, elle ne constitue qu'un artifice d'écriture de la méthode graphique et remplace des raisonnements détaillés par des opérations algébriques effectuées mécaniquement sans profit pour l'intelligence des phénomènes physiques. »

Le chapitre II est une exposition très complète de la méthode de l'épure bipolaire que l'auteur a imaginée pour simplifier l'étude des alternateurs et dont il a tiré

les résultats les plus heureux. Entre autres applications intéressantes, il faut lire l'étude économique de la compensation dans les réseaux par les alternateurs, en considérant le capital engagé et les frais annuels. C'est là un problème technique traité de main de maître.

Le chapitre III comporte quelques compléments théoriques, en vue de tenir compte, dans une certaine mesure, de l'imperfection des matériaux employés dans les machines, et de la complexité des courbes de force électromotrice réellement observées. Il y a, dans ces lignes, des remarques d'un intérêt sérieux sur l'effet défavorable des termes harmoniques qui s'ajoutent à l'onde fondamentale.

Le chapitre IV est consacré à la mise en marche et aux oscillations des moteurs synchrones. Ce dernier phénomène est analysé avec attention et sera étudié avec profit par ceux qui ont charge des alternateurs.

Enfin, les chapitres V et VI sont attribués respectivement aux essais des moteurs synchrones, et à quelques appareils qui peuvent se rattacher à ces derniers.

Le livre de M. Blondel, pour modeste qu'il soit dans son format, sera accueilli avec le plus vif intérêt par les électriciens de plus en plus nombreux qui s'occupent des courants alternatifs. Il faut souhaiter que l'auteur ne tarde pas trop à nous donner la suite qui sera consacrée aux moteurs asynchrones et, soulignons-le, aux commutateurs.

ERIC GERARD,
Directeur de l'Hôpital Montefiore.

Walker (J.), *Professeur de Chimie à l'University College Dundee.* — **Introduction to Physical Chemistry.** — 1 vol. in-8° de 336 pages avec fig. (Prix : 12 fr. 50.) Macmillan and Co., éditeurs. Londres, 1901.

« Au cours de dix années d'expérience dans l'enseignement de la Chimie physique, j'ai remarqué — nous dit l'auteur dans sa Préface — que la majorité des étudiants retirent peu de profit réel de la lecture des grands traités qu'ils ont à leur disposition, et cela parce qu'ils ne sont pas capables d'établir une relation entre les connaissances chimiques communes qu'ils possèdent et les nouvelles notions placées devant eux. Ils gardent soigneusement à part leur chimie de tous les jours et leur chimie physique et, au lieu de retirer quelque secours de cette dernière discipline pour la compréhension de leur travail systématique ou pratique, ils sont comme encombrés d'un fardeau nouveau et inutilisable. »

L'auteur a cherché, dans le présent volume, à remédier à cet état de choses en choisissant certains chapitres de Chimie physique et en traitant à fond les sujets qu'ils contiennent, avec une considération constante de leurs applications pratiques. Les vingt-sept chapitres du livre passent successivement en revue : les unités et étalons de mesure, la théorie atomique et les poids atomiques, les équations chimiques, les lois des gaz simples, les chaleurs spécifiques, la loi périodique, la solubilité, la fusion et la solidification, la vaporisation et la condensation, la théorie cinétique et l'équation de Van der Waals, la loi des phases, les variations thermochimiques, la variation des propriétés physiques dans les séries homologues, les relations des propriétés physiques avec la composition et la constitution, les propriétés des substances dissoutes, la pression osmotique et les lois des gaz dans les solutions diluées, les méthodes de détermination des poids moléculaires, la complexité moléculaire, les électrolytes, l'électrolyse et la dissociation électrolytique, les équilibres chimiques, la force relative des acides et des bases, et les principes thermodynamiques.

Comme on le voit, cet ouvrage n'est pas un traité complet ou systématique de Chimie physique. Mais l'auteur pense que l'étudiant qui l'aura lu et médité soigneusement sera alors en mesure de profiter des traités plus vastes d'Ostwald, de Nernst et de Van't Hoff. D'autre part, comme M. Walker estime qu'il est bon pour les étudiants de se familiariser de bonne heure avec les mémoires originaux, il a donné, à la fin de

chaque chapitre, une liste des travaux sur le sujet considéré les plus accessibles aux commençants.

L. B.

3° Sciences naturelles

Houdaille (F.), *Professeur de Physique et Météorologie à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier.*

— **Les Orages à grêle et le Tir des canons.** — 1 vol. in-8° de 214 pages, avec 63 figures dans le texte. (Prix : 3 fr. 50.) Félix Alcan, éditeur. Paris, 1901.

La lutte contre les orages à grêle à l'aide du tir des canons est une question à l'ordre du jour. Si les physiiciens ne sont pas d'accord pour encourager les agriculteurs, il semble que ceux-ci, cependant, se laissent, par l'expérience, convaincre de l'efficacité du tir.

En France, cette année, les divers concours agricoles régionaux présentaient des expositions de matériel pour ce tir spécial. Mais on sait que c'est en Autriche et en Italie que les essais ont été les plus nombreux. Un congrès s'est réuni à Padoue, en 1900, un autre va se tenir à Lyon, pour étudier les résultats obtenus. En Belgique, dans la région des serres pour la culture de la vigne sous verre, à Ilcoeylaert, par exemple, on préfère déjà le tir des canons, qui coûte cinq fois moins que la prime aux compagnies d'assurances.

Dans son livre, M. Houdaille, après avoir tracé l'histoire du sujet, décrit le matériel de tir et l'organisation des stations de tir. Il donne les statuts des diverses associations dont quelques-unes existent déjà en Saône-et-Loire. On lui saura gré aussi d'avoir écrit un intéressant chapitre scientifique, en passant en revue les diverses théories qui ont été émises pour expliquer la formation de la grêle. Enfin, nous mentionnerons la partie statistique relative à la répartition et à la fréquence des orages à grêle.

M. Houdaille avait été chargé, par le Ministère de l'Agriculture, d'une mission en Italie pour l'étude des tirs contre la grêle. Il était donc spécialement qualifié pour nous présenter cet exposé très documenté, qui fait suite à son intéressant Rapport publié antérieurement. D'après lui, les faits observés donnent à la pratique des tirs la meilleure espérance de succès pour l'avenir.

EDMOND GAIN,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

D'Arsonval, *Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine; Chauveau*, *Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine; Gariel*, *Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine; Marey*, *Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Directeurs.* — **G. Weiss**, *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Secrétaire de la rédaction.* — **Traité de Physique biologique.** — 1 volume in-8°, de 1150 pages avec 591 figures. (Prix : 25 fr.) Masson et Cie, éditeurs. Paris, 1901.

Ce premier volume d'un ouvrage qui doit paraître en trois tomes, s'impose à l'attention de toutes les personnes qui s'intéressent aux Sciences biologiques. Ce qui caractérise cet ouvrage et le distingue de tous ceux qui l'ont précédé, c'est son adaptation spéciale à la Biologie et sa forme encyclopédique. Le lecteur n'y retrouvera pas l'enchaînement habituel des chapitres des traités classiques de Physique, mais la réunion d'une série d'articles, le plus souvent indépendants les uns des autres, où sont exposées, d'une façon très complète et, en général, par un auteur très compétent, des questions de Physique biologique. Quelques-uns de ces chapitres ont l'importance de véritables petits traités. La Physique pure n'occupe que peu de place et n'a reçu de développement que pour permettre au biologiste de suivre l'exposition des questions qui l'intéressent.

Dans un chapitre préliminaire, M. Weiss traite des erreurs dans les mesures; il rappelle les causes d'erreurs auxquelles le physiologiste est le plus fréquemment exposé, il montre l'importance que présente la détermination de la limite de ces erreurs. Dans un autre chapitre, le même auteur expose les principes généraux de Mécanique dans ce qu'ils ont de plus indispensable au biologiste; il rappelle les principales notions de Cinématique, de Statique et de Dynamique; de nombreux exemples et de nombreuses figures faciliteront la lecture de cet article aux personnes les moins familiarisées avec les formules mathématiques. M. Gariel, dans un court chapitre sur les propriétés des solides, définit les états des corps, et ce qu'il faut entendre par cohésion, adhésion et dureté; il traite ensuite, avec quelques détails, de la résistance des matériaux, de l'élasticité, de la traction, de la compression, de la flexion, de la torsion, il donne l'application de l'élasticité aux appareils de Physiologie; enfin, dans un chapitre spécial, il montre l'application des notions précédentes à l'architecture des os, surtout en ce qui concerne leur réaction à la compression. L'article suivant de M. Weiss, sur l'architecture du muscle, continue cette étude: on y trouve décrites la disposition qu'affectent les fibres des différents muscles, l'adaptation structurale des muscles aux mouvements qu'ils produisent. Un excellent article du même auteur, sur la méthode graphique en Physiologie, interrompt ici l'étude commencée du muscle; nous la retrouvons dans l'article suivant, encore du même auteur, intitulé de la contraction musculaire. Après les myographes classiques, sont étudiées la secousse musculaire et les conditions physiques qui la modifient. Les variations de l'élasticité musculaire dans la contraction sont présentées, d'après les travaux de Marey et ceux, plus récents et très précis, de Chauveau.

Dans un important article de plus de 90 pages, le Dr P. Richer expose, avec un très grand nombre de dessins, les questions de Statique et de Dynamique humaine; il montre que si les muscles sont soumis sur le vivant aux influences de leurs aponévroses d'enveloppe, on peut cependant en faire très utilement l'étude aux travers des téguments; il discute l'intervention de différents groupes musculaires extenseurs et fléchisseurs dans la production d'un seul mouvement. Il passe en revue, pour chaque segment du corps, les attitudes compatibles avec la station verticale droite symétrique, avec la station verticale asymétrique; cette étude de statique se trouve complétée par quelques considérations sur la station à genoux, la station assise et la pathologie de la station. La locomotion, qui est la partie principale de cet article, est étudiée par les méthodes graphiques et chronophotographiques; les plus larges emprunts sont faits aux travaux de Marey. Les tracés des appuis sont obtenus avec la chaussure exploratrice; ces tracés sont étudiés dans les différents allures de la marche, dans l'ascension et la descente d'un escalier. Le pas et ses modifications sont aussi étudiés par la méthode des empreintes et à l'aide des tracés de l'odographe de la Station physiologique. Le fonctionnement des muscles des différents segments du corps est envisagé pour chaque temps de la marche. De nombreux dessins, exécutés par l'auteur, d'après des photographies de A. Londe, accompagnent cette étude et aussi celle sur les mouvements à reculons, la marche avec fardeau, sur la marche en poussant et en tirant, sur la marche ascendante ou descendante. Quelques considérations sur la marche en flexion, sur la marche sportive, et une étude sur le saut terminent cet article.

Un article de M. Marey, sur la locomotion animale, fait suite à cette étude de la locomotion chez l'homme, et résume les belles recherches de l'illustre physiologiste sur le mouvement. Dans la partie sur la locomotion des animaux terrestres est étudiée spécialement la marche du cheval, par la méthode graphique et par la méthode chronophotographique; avec le schema de Le Hello est faite l'analyse et la synthèse du mouve-

ment. De même est étudiée par la chronophotographie, la locomotion des Reptiles, des Insectes, des Mollusques. C'est encore la chronophotographie qui a permis à l'auteur d'étudier la locomotion aquatique, le rôle des ondes du corps de l'anguille dans les mouvements de progression, la flexion de la queue des poissons qui détermine la propulsion, le mouvement des nageoires. Avec la chronophotographie on suit encore les mouvements des Comatules, mouvements dus à la résistance inégale que rencontrent leurs bras couverts de villosités, puis les mouvements de l'ombrelle de la Méduse et les mouvements des membres de la Tortue qui nage. Les mouvements dans l'air sont étudiés successivement chez les Insectes et chez les Oiseaux. L'aile de l'insecte se compose d'une partie rigide, la nervure, et d'une partie flexible, la membrane; la résistance de l'air sur cet organe engendre des flexions alternatives qui déterminent la progression. De rapides mouvements d'oscillation imprimés à une aile artificielle reproduisent le mouvement de l'aile de l'insecte; un point brillant du bord de cette aile décrit une lemniscate, comme le fait l'aile de l'insecte en liberté; on peut, de plus, constater, avec la flamme d'une bougie, que l'air est aspiré d'un côté et repoussé de l'autre. Un appareil du même auteur, l'insecte artificiel, démontre l'influence de la vitesse et de la direction du mouvement des ailes sur le déplacement de l'insecte. Sur un cylindre enregistreur, couvert de noir de fumée, on peut obtenir l'inscription directe du nombre des battements de l'aile, mais ce n'est que par la chronophotographie que l'on peut apprécier les changements de forme de l'aile. Dans la partie relative au vol des Oiseaux, l'auteur montre comment il a pu inscrire directement le mouvement des ailes et en obtenir l'indication par la chronophotographie; il résume sur ce sujet ses principaux travaux, longuement exposés dans son volume sur le vol des oiseaux. Enfin, l'auteur explique le mécanisme de vol glissé, et donne la démonstration et l'existence du vol à voile, que l'on n'a pu, jusqu'à présent, étudier par la chronophotographie.

Un court résumé, par M. Weiss, des principes d'Hydrostatique et d'Hydrodynamique sert d'introduction à l'étude du cœur et de la circulation.

La cardiographie et la physiologie du cœur est un article soigneusement écrit, avec de nombreuses indications bibliographiques, comme sont les articles de M. le Professeur Wertheimer. Les variations de la pression à l'intérieur des cavités cardiaques sont longuement étudiées, d'après les tracés de Chauveau, Marey, Frédéricq, Hurlthle; également bien étudiés, sont les tracés des bruits du cœur obtenus avec le microphone de Hurlthle et les tracés obtenus avec le cardiographe placé sur la poitrine. De l'ensemble de ces tracés et de ceux recueillis avec les appareils intracardiaques ou intravasculaires, un résultat important se dégage: il est impossible de préciser sur la courbe d'un bon cardiogramme les différentes parties du fonctionnement cardiaque. Les données nécessaires au calcul du travail du cœur sont facilement obtenues expérimentalement, mais les chiffres des auteurs sur le débit du cœur sont assez variables. Les appareils de Kronecker, de Marey, de Dreser, permettent de faire cette mesure du travail du cœur.

Avec précision, M. Meyer expose, en cinquante pages, la question de la circulation. Les vaisseaux ont des propriétés physiques et vitales qui modifient le cours du sang; les premières sont seules étudiées ici. Après avoir décrit les appareils en usage pour l'étude de l'élasticité et de la pression artérielle, l'auteur explique avec de très beaux tracés les caractères graphiques des courbes de pression: oscillations du cœur, oscillations mécaniques de la respiration, oscillations respiratoires d'origine nerveuse (courbes de Traube-Hering), oscillations vaso-motrices spontanées (courbes de Sigmund Mayer). Les caractères du pouls et son inscription avec les sphygmographes de Marey, de Dudgeon, de Von Frey sont particulièrement étudiés; le rap-

prochement des tracés sphygmographiques et des cardiogrammes permet d'apprécier les rapports du pouls et de la pulsation cardiaque. La circulation veineuse est due à divers facteurs: l'action du cœur, l'aspiration thoracique, la présence des valvules. De très beaux tracés de pression veineuse montrent l'influence de la circulation périphérique sur cette pression.

La pléthysmographie, qui a donné de remarquables résultats entre les mains de François Franck et Hallion, est décrite par ce dernier auteur. Les nombreux appareils sont classés en quatre catégories: 1° les appareils à récipient contenant de l'eau; 2° les appareils à récipient contenant de l'air; 3° les appareils à inscription directe; 4° les appareils à paroi élastique; dans cette dernière catégorie se range le pléthysmographe de Hallion; c'est un instrument qui est simple dans sa construction, facile à manipuler, et qui donne les meilleurs résultats. L'auteur donne ensuite la technique à suivre dans l'exploration de chaque organe.

Les deux articles suivants de M. Imbert intéresseront surtout les biologistes qui s'occupent des phénomènes moléculaires; l'un de ces articles traite de la capillarité et de la tension superficielle; l'autre est relatif à la solubilité des solides et à l'imbibition.

Faisant suite à cette étude, un très important article de M. Dastre sur l'osmose mérite toute l'attention. Ce travail, de plus de 200 pages, forme un véritable traité sur la question. L'exposition est claire et méthodique, la mise au point du sujet est irréprochable. La courte analyse que nous donnons ici ne rendra que très imparfaitement compte de cet article qui est, à l'heure actuelle, la meilleure et la plus complète publication sur ce sujet. Très logiquement cette étude a été divisée en plusieurs parties; trois seulement de ces parties ont trouvé place dans ce volume, ce sont: 1° l'osmose; 2° la tonométrie; 3° la cryoscopie; les deux autres parties, qui ont trait: l'une à la conductibilité électrique, l'autre aux applications biologiques, auraient offert un caractère d'ensemble très intéressant pour la question, si la division de l'ouvrage n'en avait obligé le rejet dans un autre tome. Les sommaires détaillés, avec de nombreux numéros d'ordre, facilitent beaucoup la lecture et les recherches. Un premier chapitre, sur l'étude expérimentale des phénomènes osmotiques, fait connaître l'évolution de la question en même temps qu'il prépare à une étude théorique complète en montrant toutes les influences qui peuvent modifier le phénomène. Les membranes osmotiques, cloisons naturelles et cloisons artificielles, sont l'objet d'une étude détaillée qui permet de comprendre les hypothèses émises sur le rôle de la membrane dans l'osmose, et qui, au point de vue pratique, renseigne sur un point important de la construction des osmomètres et sur leurs qualités. Avec l'osmomètre artificiel de Pfeffer, on constate les influences de la concentration et de la température; avec l'osmomètre naturel, la cellule végétale, de Vries, on arrive aux mêmes constatations, et on établit la loi des concentrations moléculaires et la loi des coefficients isotoniques moyens. Le deuxième chapitre donne la coordination des résultats obtenus; on y trouve bien exposée la théorie de Van 't Hoff, et sa conséquence principale qui est la forme définitive des lois de l'osmose. La formule de ces lois, ses formes variées et les calculs auxquels elle donne lieu, ont reçu un développement qui pourra servir dans les applications courantes de la Biologie. Enfin, un paragraphe sur les substances électrolytes, où est exposée l'hypothèse d'Arrhénius, termine cette étude de l'osmose, que complètent deux tableaux résumant les données osmotiques expérimentales. Pratiquement, la mesure directe de la pression osmotique est une opération difficile; il est en général plus aisé de déduire la pression osmotique de la mesure de grandeurs qui sont aussi fonction du nombre de molécules. L'auteur se trouve ainsi amené à exposer la détermination indirecte de la pression osmotique. Encore méthodiquement et avec un développement bien

ménagé sont exposés les travaux qui ont conduit aux lois générales. La mise en équation de ces lois est accompagnée de calculs élémentaires très développés qui faciliteront l'emploi des formules les plus usuelles.

La question des gaz est traitée avec grande compétence par M. Tissot; trois chapitres sont consacrés à cette étude: l'un est relatif aux propriétés des gaz, l'autre aux analyses de gaz, et le troisième aux gaz du sang. Dans ces deux derniers chapitres on trouvera longuement exposées, parmi les techniques les meilleures, les méthodes et l'instrumentation du Professeur Chauveau, qui sont, comme chacun sait, d'une précision remarquable. M. Tissot a encore écrit un chapitre sur les phénomènes physiques de la respiration; on y remarquera surtout la partie relative à la mesure des quotients, coefficients et du débit respiratoires; la méthode de Chauveau et l'instrumentation de Chauveau et Tissot y sont décrites en détail.

Un article de M. Weiss sert d'introduction à la partie de l'ouvrage qui traite de la chaleur; dans cet article sont condensés en quelques pages les notions et principes généraux de Physique relatifs à la chaleur. Plusieurs articles sont encore traités par M. Gariel; dans l'un, sur la thermométrie, il décrit les thermomètres usuels, leurs usages et les calculs de correction; dans un autre, il aborde la question du travail fourni par les animaux et du rendement des moteurs animés. En passant, il relève l'incorrection de langage commise en qualifiant de travail statique l'énergie dépensée pendant la contraction statique; puis, il apprécie la valeur du travail pour les différents muscles et dans des conditions variées. Il donne l'évaluation et la quantité de travail que peuvent fournir l'homme et le cheval dans certaines formes de travail; enfin, par le calcul, il montre que le travail ne peut emprunter son énergie à la chaleur; la transformation de la chaleur en travail n'a pas lieu dans l'organisme.

Sous le titre température, M. Langlois donne les principaux résultats d'observations de température chez les animaux poikilothermes et chez les animaux homéothermes. La température de l'homme est étudiée dans ses variations par rapport au temps et aux organes, dans les multiples conditions d'âge, de sexe, de race, de climat et d'activité musculaire. Brièvement est ensuite exposé le mécanisme de la régulation thermique, ainsi que l'influence de la température sur les fonctions organiques; enfin, un certain nombre d'indications sur les limites des températures compatibles avec la vie terminent cet article bien documenté.

La calorimétrie est traitée par M. Sigalas, qui la divise en trois parties: la première, la calorimétrie physique, qui a pour objet la mesure des quantités de chaleur dégagées ou absorbées par les corps lorsqu'ils sont le siège de variations de température ou de changements d'état; la seconde, la calorimétrie chimique, qui mesure les quantités de chaleur dégagées ou absorbées dans les réactions chimiques; la troisième, la calorimétrie biologique, qui mesure les quantités de chaleur dégagées ou absorbées par les êtres vivants; cette dernière partie a été surtout développée par l'auteur qui passe en revue successivement les principaux appareils dont il fait la critique: appareils à corps calorimétrique solide, appareils à corps calorimétrique liquide et appareils à corps calorimétrique gazeux; à la fin de cette étude, l'auteur donne les méthodes suivies pour l'étalonnage des calorimètres. Dans un autre chapitre, M. Sigalas fait la description des étuves, fours et régulateurs en usage dans les laboratoires.

La chaleur animale est un article important de plus de cent pages écrit par M. Lalanité. L'auteur développe la question des sources de la chaleur animale; il expose les théories du Professeur Chauveau, et donne les principaux résultats expérimentaux sur la chaleur produite, en tenant compte soit des aliments dépensés, soit de l'oxygène consommé. Il fait l'étude de la thermogénése et de ses variations chez les animaux; puis, après avoir rappelé la fixité relative de la température centrale,

l'auteur se trouve amené à parler, dans la lutte contre le froid, de la régulation de la température, de l'influence des réflexes vaso-constricteurs, du frisson thermique, de l'exagération des combustions: dans la lutte contre la chaleur, du rôle des réflexes vaso-dilatateurs, sudoripare, respiratoire, de la polypnée thermique. L'auteur étudie ensuite l'action de la chaleur et du froid sur les êtres et les tissus vivants, l'influence du système nerveux sur la calorification; puis, les troubles qui peuvent survenir dans la régulation thermique. Beaucoup de personnes trouveront sans doute que cet important article serait mieux à sa place dans un grand traité de Physiologie que dans un ouvrage de Physique biologique.

L'influence de la pression sur la vie est un article de MM. Regnard et Portier, où sont étudiées toutes les modifications que les variations de la pression font subir aux organismes et aux tissus vivants. Action de la pression de l'eau et action de la pression des gaz, influence de l'air comprimé et de l'air raréfié, mal des montagnes en particulier sont analysés très en détail. Une place importante a été judicieusement donnée dans ce travail aux expériences de P. Bert et aux ingénieux dispositifs expérimentaux de P. Regnard.

Le chapitre suivant: de l'influence des agents atmosphériques sur les éléments cellulaires, est un article à allure très générale, comme sait en écrire M. Charrin, et où l'on trouvera des considérations intéressantes. Les parties les plus différentes de la Physique ont été envisagées dans cet article; le lecteur en est d'ailleurs prévenu dès l'abord par la coupure suivante faite au milieu du titre: — Température (chaleur, froid); lumière; état hygrométrique (sécheresse, humidité); électricité, ozone, pesanteur, mouvement, pression, oxygène.

Pour le plus grand avantage de l'étude de la Physiologie végétale, trois chapitres de Physique écrits par M. Mangin ont été rapprochés, bien qu'ayant rapport à des parties différentes de la Physique. Dans le premier sont étudiées les actions hygrométriques sur les végétaux; dans le deuxième, l'influence de la chaleur sur les végétaux, et dans le troisième les actions mécaniques sur les végétaux. Ces trois chapitres, qui sont méthodiquement exposés, sont suivis d'indications bibliographiques précises.

En résumé, cet ouvrage, dans son ensemble, répond bien à son titre, et son succès est assuré non seulement par le patronage des savants, MM. d'Arsonval, Chauveau, Gariel, Marey, qui en ont la direction, mais encore par l'ensemble des travaux que ces auteurs ont fourni à cette publication, et par la part importante que plusieurs d'entre eux ont déjà prise dans la rédaction des articles. Enfin, il n'échappera à personne que si cette œuvre est menée à bien, le zèle, l'activité et la science du secrétaire de la rédaction, M. Weiss, y sont pour beaucoup.

L. CAMUS.

4° Sciences médicales

Vaulleuard (A.). — Étude expérimentale et critique sur l'action des Helminthes: I. Cestodes et Nématodes. (*Extrait du Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*). — 1 broch. in-8° de 64 pages. E. Lauvier, imprimeur. Caen, 1904.

Les idées relatives à l'action pathogène des Helminthes intestinaux se sont singulièrement modifiées en ces derniers temps. C'est ainsi qu'un certain nombre d'auteurs l'attribuent à des substances toxiques élaborées par ces parasites. Tel est le cas de M. le Dr Vaulleuard. Il a donc étudié les substances actives contenues dans diverses espèces de Vers, et a pu isoler deux produits toxiques, dont l'un agit sur les centres nerveux, tandis que l'autre agit sur les muscles. L'étude critique des principaux symptômes observés dans les maladies vermineuses par les différents auteurs lui permet du reste de montrer que bon nombre de ces symptômes sont analogues à ceux que provoque l'injection des substances toxiques. M. le Dr Vaulleuard

rejette donc les autres théories admises en Helminthologie pour s'en tenir exclusivement à la théorie de l'action chimique.

Celle-ci n'est pas niable, en effet, et tous les parasitologues s'y sont ralliés depuis les importantes observations de Miram, Cobbold, Bastian, Vignardou, von Linstow et Railliet. Les résultats de Vaullegeard sont du reste à peu près identiques à ceux obtenus antérieurement par Chanson, Mingazzini et Cafiero, chez l'Ascaride; par Lussana, Arslan, Crisafulli et Tomaselli chez l'Ankylostome, et enfin plus récemment par Messineo chez les Ténias de l'Homme. Le travail de Vaullegeard vient donc confirmer ce que les parasitologues connaissaient déjà sur l'action toxique des Helminthes.

Le reproche que je lui ferai, c'est tout d'abord de n'être pas suffisamment éclectique, et de faire jouer aux toxines sécrétées par les Helminthes un rôle un peu trop prépondérant, alors qu'il ne tient aucun compte des autres mécanismes qui peuvent intervenir, tel que celui de l'inoculation, sous la muqueuse intestinale par exemple, de Bactéries pathogènes pouvant, elles aussi, sécréter des toxines. De plus, en ce qui concerne l'Ankylostome, il admet que l'anémie serait le résultat des multiples saignées produites par le parasite. Or, on sait, à l'heure actuelle, avec quelle rapidité se réparent les pertes de sang chez les Vertébrés supérieurs, et tous les auteurs modernes sont portés à admettre que l'uncinariose ou anémie des mineurs serait bien plutôt une auto-intoxication produite par les substances toxiques sécrétées par le parasite. Enfin je ferai remarquer à M. Vaullegeard que les toxines sécrétées par les Helminthes ne sont pas toujours aussi dangereuses qu'il le pense et peuvent même jouer un rôle bienfaisant, puisque MM. Picou et Ramond prétendent que l'extrait de Ténia possède une action bactéricide des plus nettes vis-à-vis de certaines Bactéries pathogènes, ce qui expliquerait pourquoi les porteurs de Ténias sont rarement atteints de diarrhée infectieuse, et en particulier de fièvre typhoïde, et ce qui semblerait donner raison aux Abyssins qui ne se considèrent comme bien portants que lorsqu'ils possèdent un ou plusieurs Ténias.

D^r J. GIJART,

Professeur agrégé

à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

Aupetit (Albert). — *Essai sur la Théorie générale de la Monnaie.* — 1 vol. in-8° de 297 pages. (Prix : 10 fr.) Guillaumin et C^o, éditeurs, Paris, 1901.

L'Economie politique est née, au xviii^e siècle, des travaux des Physiocrates et de l'œuvre, plus précise, d'Adam Smith. Mais cette science ne s'est vraiment constituée qu'au xix^e siècle. L'œuvre des économistes est aujourd'hui considérable. Et, malgré le scepticisme de la foule, elle s'est affirmée si sérieuse, si pratique, que force a été aux détenteurs de l'action publique de prendre en considération la science nouvelle et d'en respecter les enseignements.

On a longtemps reproché aux économistes de se livrer à une « gymnastique intellectuelle » et de formuler des lois à ce point vagues que leur application dans la vie pratique était impossible. Le reproche n'était pas fondé. Mais on comprend qu'il ait été formulé. Rien n'est plus délicat, en effet, que l'étude des problèmes économiques. D'une part, l'économiste ne peut appuyer une formule théorique d'expériences qui en démontreraient l'exactitude rigoureuse. Sans doute, les expériences ne font pas absolument défaut : faut-il citer le système de Law, la loi du Maximum, l'aventure des assignats, et vingt autres? Mais elles sont de telle nature, elles s'étendent sur un si long espace de temps, qu'elles échappent au contrôle des esprits superficiels et ne s'imposent pas à la raison du grand public, incapable d'en saisir toute la portée.

D'autre part, il est impossible de ne pas tenir compte, en cette matière, d'un facteur particulièrement mobile : l'intervention de l'homme. A vrai dire, cette action de l'homme n'est pas à ce point prédominante qu'elle puisse fausser le jeu d'une loi économique; mais elle suffit à le troubler, et à cacher, aux yeux de l'observateur inattentif, les conséquences du principe.

Il a donc fallu du temps, beaucoup de temps, et de patientes recherches, pour que la science économique prit définitivement corps. Aujourd'hui, elle repose sur des bases solides. La somme des observations est suffisante pour que la théorie puisse s'affirmer avec toute la précision voulue.

De fait, deux groupes de savants ont concouru à obtenir ce précieux résultat : les statisticiens, dont les travaux sont imposants, ont fourni un ensemble de renseignements où les théoriciens ont puisé selon leurs besoins; d'autre part, les théoriciens ont, de plus en plus, condensé leurs formules et ils en sont arrivés à les exprimer avec toute la rigueur d'un calcul mathématique.

Désormais, toute œuvre économique doctrinale est, à la fois, rationnelle et expérimentale; de portée universelle dans sa partie rationnelle, d'application particulière dans sa partie expérimentale. Et l'Economie politique a le droit de revendiquer le nom de Science.

Ce double caractère est nettement affirmé dans l'*Essai sur la Théorie générale de la Monnaie*, que vient de faire paraître M. Albert Aupetit. Vaste serait la bibliothèque qui pourrait contenir tout ce qui a été écrit sur la monnaie. Cependant, M. Aupetit n'a pas hésité à reprendre le sujet. Il l'a traité d'une manière personnelle : avec la rigidité d'un problème mathématique et avec la sobriété qui convenait à une thèse de doctorat ès sciences économiques.

L'auteur a divisé son ouvrage en deux parties. La première est purement rationnelle. Le rôle de la monnaie y est étudié à un triple point de vue : fonction de numéraire, fonction de circulation, fonction d'épargne. Cette moitié de l'ouvrage est purement scientifique et les abstractions y sont enfermées dans des formules mathématiques.

La seconde partie a, nettement, le caractère expérimental : les phénomènes monétaires y sont notés et décrits avec précision, et une statistique détaillée, accompagnée de graphiques, établit la concordance de la théorie et des faits.

Nous sommes peu accoutumés, en France, à des ouvrages économiques rédigés avec toute la rigueur d'un traité de Mathématiques. Cournot, qui inaugura cette « économie pure », n'a pas connu la popularité. Mais les économistes d'Angleterre, d'Allemagne, d'Autriche, de Suède, d'Italie, de Suisse, des Etats-Unis ont suivi la voie tracée par notre compatriote, et leurs travaux ont beaucoup contribué à établir que la science économique était, en partie, une science « exacte ».

L'ouvrage de M. Aupetit n'est évidemment pas destiné au grand public, mais il aura sa place dans la bibliothèque des savants : il sera utile, parce qu'il résume la théorie générale de la monnaie et la rend plus précise; utile aussi, parce qu'il contient des renseignements statistiques précieux. C'est un travail consciencieux et sévère, qui prouve, une fois encore, que les questions économiques sont des problèmes scientifiques, susceptibles d'être résolus par la méthode mathématique, bien que les faits dont elles traitent nous apparaissent, à première vue, comme confus et rebelles à l'analyse précise. Et cette étude mérite d'être signalée à l'attention des hommes que les progrès des Sciences pures ne laissent pas indifférents.

MARCEL BICHON,

Sous-directeur
de l'Ecole Supérieure de Commerce
de Montpellier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Août 1901.

M. le Président annonce le décès de l'amiral de Jonquières, membre libre de l'Académie, et de M. A. E. Nordenskiöld, associé étranger.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Siacci donne la solution d'un problème de d'Alembert. — MM. Eug. Fr. Cosserat signalent un point critique particulier de la solution des équations de l'élasticité dans le cas où les efforts sur la frontière sont donnés. — M. G. Kœnigs poursuit son étude critique sur les principes généraux des mécanismes. Reuleaux, dans sa théorie, s'est affranchi du préjugé de la classification, mais il eut dû aussi s'affranchir de cet autre qui consiste à ne voir dans un mécanisme qu'un moyen de transformer ou de produire un mouvement.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Eug. Guye indique une méthode permettant de calculer la valeur absolue du potentiel dans un réseau de conducteurs parfaitement isolés présentant de la capacité. — MM. E. Charabot et A. Hébert ont reconnu que l'éthérisation dans les plantes se produit par l'action directe des acides sur les alcools; elle se trouve favorisée par un agent particulier, jouant le rôle de déshydratant. Cet agent ne serait autre qu'une diastase, dont l'action déshydratante s'exerce en milieu chlorophyllien.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. F. Bouffé considère que le psoriasis est une trophonévrose ayant son siège dans les centres nerveux et notamment dans le grand sympathique; il présente une grande analogie d'origine avec la neurasthénie. Dans le psoriasis, il y a diminution de l'activité nerveuse et éosinophilie. Le traitement de choix consiste dans les injections d'orchitine. — M. C. Flammarion a étudié l'influence des lumières colorées sur la production des sexes. Des œufs de vers à soie, placés sous des verres de couleur foncée, ont donné une plus grande proportion de mâles; à l'air libre, et sous le verre incolore, les proportions des deux sexes sont les mêmes. — M. A. Thévenin a étudié les dépôts littoraux et les mouvements du sol pendant les temps secondaires dans le bas Quercy et le Rouergue occidental. — M. André Berthelot fait connaître que l'origine de la source de la Loue, qui jaillit à 12 kilomètres de Pontarlier, vient d'être élucidée à la suite de l'incendie de l'usine d'absinthe Pernod. De grandes quantités d'absinthe ayant coulé dans le Doubs, on remarqua, deux jours après, que les eaux de la source de la Loue avaient une odeur et un goût d'absinthe très accusés. La Loue ne serait donc qu'un bras souterrain du Doubs. — M. M. Berthelot a analysé deux échantillons de cette eau et y a constaté la présence d'essence d'anis.

Séance du 26 Août 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Janssen annonce la découverte d'un nouveau radiant des Perséides, au-dessus de la constellation de Cassiopée, dans celle des Lézards. — M. E. Sarrau signale quelques particularités de l'application du principe de l'énergie aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques. — M. A. Petot étudie le mode de fonctionnement des freins dans les automobiles.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. O. M. Corbino conclut, de la discussion de quelques phénomènes d'Optique, que deux radiations se trouvant en deux points différents du spectre continu produit par la lumière blanche sont complètement indépendantes, et qu'on ne

peut, en conséquence, les considérer comme deux composantes sinusoidales d'une seule vibration complexe.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Louis Léger a constaté que, chez les Stylorhynchides, la conjugaison n'est pas isogame, les gamètes étant aussi profondément différenciés que chez les animaux supérieurs. En outre, ce qui est remarquable, c'est qu'ici le spermatozoïde très gros porte avec lui la grande partie de la réserve nutritive, tandis que l'œuf, beaucoup plus petit, n'en renferme qu'une quantité beaucoup moindre. — M. A. Giard critique les expériences de M. Flammarion relatives à l'influence des couleurs sur la détermination du sexe chez les Lépidoptères et pense qu'on n'en peut tirer aucune conclusion. — M. G. Delacroix signale une nouvelle maladie de la pomme de terre, qui sévit depuis peu en France; elle est due à une bactérie, qui paraît être le *Bacillus Solanacearum* d'E. F. Smith. Le seul traitement qu'on puisse indiquer jusqu'ici est l'emploi d'un assolement au moins triennal. — M. P. Carles signale l'envahissement des cours d'eau du département de l'Ilérault par le *Jussiaea grandiflora* (Michaux). L'introduction de cette plante paraît provenir du lavage des laines d'Amérique; elle fructifie abondamment et se répand par des graines.

Séance du 2 Septembre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Rambaud et Sy présentent leurs observations de la comète d'Encke, faites à l'Observatoire d'Alger. — M. G. Humbert montre que la représentation géométrique, sur une surface de Kummer, de la transformation quadratique des fonctions abéliennes fournit, pour les trois équations modulaires de la transformation, une expression remarquablement simple. — M. G. Tzitzeica étudie la déformation continue des surfaces qui admettent un réseau conjugué invariant. — M. G. Kœnigs esquisse une théorie générale des mécanismes; il y introduit une considération nouvelle, celle des déplacements dissociatifs, c'est-à-dire qui provoquent la rupture de l'état des liaisons. — M. R. Liouville montre qu'il est possible de réduire à un problème unique toutes les questions d'équilibre concernant un corps, de forme primitive donnée, quelles que soient les forces qui le tiennent en équilibre après déformation; il ne s'agit que de calculer les effets, sur ce même corps, d'un seul système de forces, choisi d'une façon convenable et d'ailleurs entièrement connu. — M. E. Sarrau étudie l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques. Les résultats s'accordent avec le principe de l'énergie; mais, pour cela, il semble nécessaire d'admettre que l'énergie interne d'un système de courants et d'aimants est purement cinétique, sans partie potentielle, et d'attribuer par suite le caractère de forces d'inertie aux actions mutuelles du système. — M. Ch. Frémont a reconnu que la limite élastique du cisaillement d'un acier permet d'avoir, avec une certaine approximation, la limite élastique à la traction de cet acier, car le rapport entre la limite élastique et la résistance maximum de rupture d'un acier paraît être le même pour le cisaillement et pour la traction.

2° SCIENCES NATURELLES. — MM. L. Léger et O. Duboscq communiquent leurs observations sur trois grands groupes de Polycystidées, *Actinocephalides*, *Dactylophorides*, *Clepsidrinides*; elles montrent que l'évolution typique de ces Grégarines ne comporte, à aucun moment, de stade intracellulaire. En ce point, elles diffèrent notablement des Monocystidées intesti-

nales, dont les stades jeunes se passent à l'intérieur des cellules épithéliales. — M. Arm. Billard a observé la scissiparité chez plusieurs espèces d'Hydroïdes : *Obelia flabellata* Hincks, *O. geniculata* Lin., *Leptoscyphus tenuis* Allman, *Campanularia angulata*. La scissiparité de ces espèces assure leur multiplication rapide dans les conditions où elles se trouvent placées. — MM. J.-D. Catta et A. Maige signalent l'apparition du Rot blanc (*Charrinia diploidiella*) en Algérie; la maladie a été enrayée après un énergique traitement à la bouillie bordelaise. — M. A. Jurie cite un cas de déterminisme sexuel, produit par la greffe mixte de deux plants de vigne. L'influence de la sève élaborée du greffon a amené sur le rejet une inflorescence à fleurs en partie hermaphrodites.

Séance du 9 Septembre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Sy communique ses observations de la planète G Q, faites à l'Observatoire d'Alger. — M. W. Stekloff poursuit ses recherches sur l'existence des fonctions fondamentales. — M. Th. de Donder montre l'importance des invariants intégraux relatifs du premier ordre.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. de Montessus de Ballore démontre l'impossibilité de représenter par des courbes isosphygmiques, ou d'égalé fréquence de séismes, la répartition de l'instabilité dans une région sismique donnée. Il y faut un procédé discontinu, comme le phénomène lui-même.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Billet a constaté la coïncidence de l'apparition des premiers cas de paludisme dans la région de Constantine avec celle des premiers moustiques *Anopheles* de l'année. — M. A. Menegaux a étudié la biologie d'un parasite de l'orme, la *Galeruca xanthomelaena*, qui s'est développé abondamment depuis quelques années. Pour sa destruction, on obtiendrait de bons résultats en offrant aux larves, sous les Ormes, un lit de mousse ou de foin, où elles pourraient se réfugier pour se chrysalider et qu'on incinérerait ensuite; ou bien en détruisant les adultes en les faisant tomber des branches, le matin au lever du soleil, et en les recueillant sur des toiles étendues.

LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 20 Juillet 1901.

M. Ch. Féré a constaté que le travail digestif diminue l'activité du travail manuel. — M. A. Laveran propose un essai de classification des Hématozoaires endoglobulaires ou *Haemocytozoa*. Il les divise en trois genres : *Haemamoeba*, *Piroplasma* et *Haemogregarina*. — M. H. Mouton a extrait, d'une espèce d'Amibes très abondante dans la terre de jardin, une diatase qui doit servir, chez l'animal vivant, à la digestion intracellulaire des bactéries dont il fait sa nourriture. — M. Ferrer a examiné le liquide céphalo-rachidien dans une forte leucémie et n'y a trouvé que quelques rares globules rouges et un nombre moindre de leucocytes. — M. E. Sacquépée a observé que les troubles de l'équilibre leucocytaire persistent longtemps et survivent de beaucoup à la maladie causale. — MM. N. Vaschide et Cl. Vurpas ont reconnu que la vitesse des réactions n'est pas toujours proportionnelle au sens et à la nature de ces réactions, mais dépend aussi de la vie mentale des sujets. — M. A. Poncet résume ses travaux sur l'actinomycose humaine. — M. P. Bergouignan a obtenu un succès complet dans le traitement des crises vésicales du tabes par la méthode des injections épidurales de cocaïne de Cathelin. — MM. Portier et Bierry ont étudié l'influence de l'alimentation sur les sécrétions diastasiques. L'alimentation prolongée d'un canard avec du lactose et du son provoque la sécrétion de lactase dans l'intestin grêle; on a noté la présence de glucosazone. — M. Doyon a observé, chez une chienne, l'existence d'anastomoses entre le système porte et le système des veines caves par l'intermédiaire de l'épi-

ploon. — M. R. Loewy a utilisé une anse d'intestin grêle en guise d'uretère. — MM. J. Hulot et F. Ramond ont constaté qu'après une hémorragie, si le sang séjourne dans les tissus, l'anémie qui suit revêt un caractère particulier d'intensité.

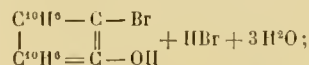
Séance du 27 Juillet 1901.

M. Ch. Lesieur a reconnu que certains bacilles, dits *pseudo-diptériques*, sont capables de déterminer chez le cobaye des paralysies mortelles, analogues à celles que produit le véritable bacille de Löffler. — Le même auteur a constaté que ces mêmes bacilles pseudo-diptériques non virulents ne se comportent pas autrement, au point de vue de l'agglutinabilité, que les bacilles de Löffler vis-à-vis du sérum spécifique. — MM. H. Claude et A. Zaky ont observé que l'emploi de la lécithine n'entrave pas directement l'évolution de la tuberculose, mais modifie heureusement la nutrition du sujet tuberculisé; il augmente de poids et l'élimination du phosphore diminue. — M. Ch. Féré, M^{lle} M. Francillon et M. Ed. Papin ont constaté que les excitations qui paraissent défatiguer pour un moment provoquent un abaissement rapide de la pression artérielle, qui trahit une menace pour l'organisme. — MM. Aug. Pettit et J. Girard ont reconnu que la muscarine et l'éther provoquent, chez le chien, le lapin et le cobaye, une hypersécrétion dans les cellules de revêtement des plexus des ventricules latéraux. — MM. D. Courtade et J.-F. Guyon ont trouvé que la tonicité des muscles vésicaux, qui règle la capacité physiologique de la vessie normale, semble, dans certaines conditions, absolument indépendante du centre médullaire. — M. D. Anglade présente des préparations de bacille de Koch trouvés dans les selles des tuberculeux. — M. A. Zaky a constaté que l'ingestion de la lécithine provoque chez l'homme : 1° une augmentation de l'azote total, de l'urée et du coefficient d'utilisation azotée; 2° une diminution de l'acide phosphorique; 3° généralement une diminution de l'acide urique. — M. E. Wertheimer a noté l'existence, chez l'homme, d'une importante anastomose des pneumogastriques, qui, derrière l'œsophage, unit la partie supérieure du nerf gauche à la partie inférieure du nerf droit. — M. P. Mégnin signale un cas extraordinaire de parasitisme du *Tenebrio molitor* sur les jambes des poules immobilisées par l'incubation. — M. G. Loisel a constaté, à la suite d'une néphrectomie chez un chien, une production anormale de graisse dans les canalicules du testicule. Le jeune, d'autre part, arrête complètement la spermatogénèse; l'épithélium des canalicules séminifères est en voie de régression. — M. E. Maurel a observé une immunité relative du lapin à la strophantine donnée par la voie gastrique. — M. L. Mangin a entrepris l'étude des tissus lignifiés. Pour les colorer, il a fait usage soit de matières colorantes, soit de certaines substances aromatiques (benzidine, dianisidine, etc.), qui réagissent sur la substance ligneuse et la teignent d'une manière spéciale. — M. Bierry a observé que le sang ou le sérum de chiens auxquels on a lié une artère rénale devient au bout d'un certain temps néphrotoxique pour des chiens neufs. L'injection de sang ou de sérum normal n'a jamais donné lieu qu'à une albuminurie légère.

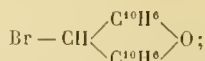
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Juillet 1901.

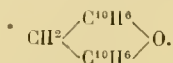
M. R. Fosse a étudié quelques dérivés du prétendu binaphthylèneglycol. L'éther bromhydrique est représenté par Rousseau comme possédant la formule :



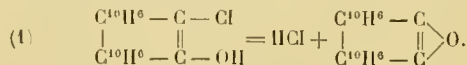
convenablement purifié et séché dans le vide à 100°, sa formule est :



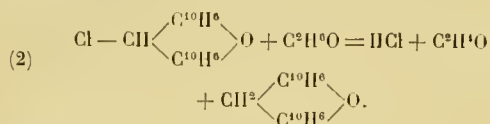
c'est le monobromodinaphtoxanthène, précédemment décrit et obtenu par M. Fosse par l'action de Br sur



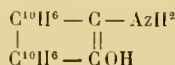
De même l'éther chlorhydrique de Rousseau, purifié et séché à 100° dans le vide, n'est autre chose que le monochlorodinaphtoxanthène. Rousseau pensait que ces deux éthers, traités par l'alcool chaud, perdaient simplement de l'hydracide et régénèrent l'anhydride du glycol d'après l'équation :



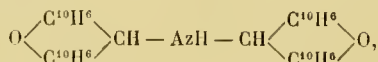
M. Fosse a montré que l'anhydride de Rousseau n'est autre que le dinaphtoxanthène, que l'éther chlorhydrique ou bromhydrique du glycol ne sont autres que le monochloro ou bromodinaphtoxanthène, que l'alcool sur les dérivés halogénés du dinaphtoxanthène régénère le dinaphtoxanthène, en se transformant en aldéhyde avec dégagement d'hydracide, de sorte que l'équation (1) doit être remplacée par (2) :



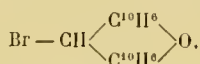
L'amine



que Rousseau avait obtenue par AzH³ sur la bromhydrine du glycol n'est autre que la bis-dinaphtoxanthène-amine :



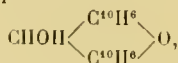
que M. Fosse a déjà décrite et obtenue par AzH³ sur



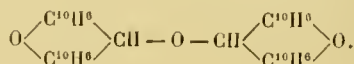
L'action d'HCl et HBr sur l'amine ne donne pas, comme l'avait cru Rousseau, les sels correspondants, mais les chloro ou bromodinaphtoxanthène avec formation de AzH³Cl ou AzH³Br. Le produit de l'action d'HCl sur l'amine, traité par PtCl⁴, ne donne pas un chloroplatinate de base, mais un chlorure double de platine et de dinaphtoxanthène :



Les dérivés halogénés du dinaphtoxanthène, traités par les alcalis en solution alcoolique, remplacent leur halogène par OH en donnant l'alcool correspondant, le dinaphtoxanthérol



fusible à 144°, très soluble dans l'éther froid, d'où il cristallise en aiguilles. HCl et HBr le transforment en chloro et bromodinaphtoxanthène. Cet alcool perd facilement H²O en donnant l'éther oxyde, l'oxyde de bis-dinaphtoxanthène, qui fond avec décomposition vers 230° :



— M. Ch. Moureu présente une note de M. G. Oddo sur les anhydrides sulfurique et disulfurique. — M. G. Bertrand présente une note de M. Kling sur l'oxydation du propylglycol par les ferments oxydants. — MM. Jungfleisch et Léger ont envoyé deux mémoires sur l'hydrocinchonine et sur la cinchonine.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES.

J. Dewar : Le point d'ébullition de l'hydrogène liquide, déterminé par les thermomètres à hydrogène et à hélium. — Dans un précédent mémoire, l'auteur a indiqué que le thermomètre à résistance de platine donne pour le point d'ébullition de l'hydrogène — 238°,4 C. ou 34°,6 absolus. Comme cette valeur dépend d'une loi empirique reliant la température et la résistance, qui peut se modifier à des températures aussi basses, et comme elle a été, en tout cas, obtenue par une large extrapolation, il était nécessaire de la vérifier au moyen de thermomètres à gaz. Les gaz utilisés comme substances thermométriques ont été l'hydrogène, l'oxygène, l'hélium et l'anhydride carbonique.

Si l'on prend comme les plus probables les valeurs moyennes données par les expériences, le point d'ébullition de l'oxygène est de — 182°,5 et celui de l'hydrogène de — 252°,5 C. ou 20°,5 absolus. La température trouvée pour le point d'ébullition de l'oxygène concorde avec les résultats moyens de Wroblewski, Olszewski et d'autres.

Dans un prochain mémoire, l'auteur envisagera la température de l'hydrogène solide.

T. J. Baker : La thermochimie des alliages de cuivre et de zinc. — Les chaleurs de formation d'un grand nombre d'alliages de cuivre et de zinc ont été déterminées par la mesure de la différence des chaleurs de dissolution, dans des solvants appropriés, de chaque alliage et d'un poids égal d'un mélange contenant les métaux dans la même proportion.

Les solvants suivants ont été employés : 1° une solution aqueuse de chlore, 2° un mélange de solutions de chlorure d'ammonium et de chlorure ferrique; 3° un mélange de solutions de chlorure d'ammonium et de chlorure cuprique.

Le premier solvant n'a pas donné de résultats satisfaisants, tout en montrant que la chaleur de dissolution d'un alliage est sensiblement moindre que celle du mélange correspondant. Les solvants 2° et 3° sont très appropriés; les réactions qui se passent sont de simples réductions et il n'y a pas de dégagement gazeux.

Deux séries d'expériences faites sur 21 alliages ont donné des résultats très concordants. Une chaleur de formation maximum bien définie a été trouvée pour l'alliage contenant 32 % de cuivre, c'est-à-dire correspondant à Cu Zn²; elle s'élève à 52,5 cal. par gramme d'alliage ou 10.143 cal. par molécule-gramme. Il y a quelques indices d'un sous-maximum pour l'alliage CuZn.

A partir de ces deux points, il y a une diminution de la chaleur de formation, soit pour les alliages contenant moins de 32 % de cuivre, soit pour ceux en contenant plus de 50 %.

Les résultats, en général, confirment l'existence de composés intermétalliques, et les valeurs obtenues s'accordent avec celles qu'exige le calcul des dimensions moléculaires du cuivre et du zinc par Lord Kelvin.

C.-T.-R. Wilson : Sur l'ionisation de l'air atmosphérique. — Dans une note préliminaire, l'auteur a montré qu'un corps chargé d'électricité et suspendu dans une cage contenant de l'air sans poussières perd sa charge par perte à travers l'air. M. Geitel était arrivé à la même conclusion dans un mémoire publié peu

avant¹. La perte fut attribuée par les deux savants à la production continue d'ions à travers le volume de l'air.

Dans le présent mémoire, M. Wilson donne la description de son appareil et des nouveaux résultats qu'il a obtenus. L'air, dans la plupart des expériences, était contenu dans un vase de verre, recouvert intérieurement d'une couche d'argent suffisamment mince pour permettre de lire, au moyen d'un microscope, la position d'une feuille d'or située à l'intérieur. Cette feuille d'or était attachée à une étroite tige de laiton, fixée au moyen d'un bain de soufre à un barreau de cuivre traversant l'ouverture du vase. La tige de laiton et la feuille d'or formaient le système dont on observait la chute de potentiel; la capacité était donc très faible. Pour éviter tout danger de perte par le support isolant, le barreau de cuivre était maintenu à un potentiel constant au moyen d'un condensateur en plaques de zinc enrobées dans du soufre. Par un contact très court, le potentiel initial du système dont on observait la décharge lente était rendu égal à celui de son support.

La vitesse de décharge dans l'air à la pression atmosphérique correspond à la production d'environ 20 ions de chaque signe par centimètre cube et par seconde; l'ionisation est à peu près proportionnelle à la pression. Des expériences faites avec un appareil portatif ont montré que l'ionisation dans un vase clos est la même quand on opère dans un tunnel souterrain qu'à la surface de la terre. Elle ne paraît donc pas due à l'action de radiations ionisantes traversant notre atmosphère.

F. Gowland Hopkins et S.-W. Coles : Sur la réaction d'Adamkiewicz et la chimie de l'acide glyoxylique. — En 1874, Adamkiewicz signalait une nouvelle réaction des substances protéïdes, qui porte aujourd'hui son nom : elle consiste dans la production d'une couleur violette quand on ajoute de l'acide sulfurique concentré à la solution d'un protéïde dans l'acide acétique glacial. Cette réaction ayant donné des résultats assez variables dans la main de divers expérimentateurs, les auteurs ont repris l'étude de son mécanisme et sont arrivés aux conclusions suivantes :

La réaction des protéïdes, décrite par Adamkiewicz, n'est pas une réaction du furfurool, mais dépend de la présence de petites quantités d'une impureté dans l'acide acétique employé. Quelques échantillons d'acide acétique ne donnent pas cette réaction, et tous peuvent être privés du pouvoir chromogène par la distillation.

La substance essentielle de la réaction est l'acide glyoxylique.

De petites quantités d'acide glyoxylique sont produites pendant l'oxydation de l'acide acétique au moyen du peroxyde d'hydrogène en présence de fer ferreux. Dans les conditions ordinaires, une partie de l'acide glyoxylique se scinde en donnant de la formaldéhyde.

De l'acide glyoxylique se forme lentement quand l'acide acétique est abandonné à l'air, et plus rapidement en présence de fer ferreux et sous l'influence de la lumière solaire directe. La plupart des échantillons d'acide acétique contiennent de petites quantités d'acide glyoxylique.

Une solution aqueuse d'acide glyoxylique (qui peut être préparée facilement en réduisant l'acide oxalique par l'amalgame de sodium) constitue un admirable réactif pour les protéïdes quand on l'emploie à la place d'acide acétique dans les conditions ordinaires de la réaction d'Adamkiewicz.

SCIENCES NATURELLES.

B. Moore et W. H. Parker : Sur les fonctions de la bile comme solvant. — Voici les conclusions des recherches expérimentales des auteurs :

1° La bile a une double fonction comme dissolvant :

a) elle agit comme dissolvant pour la lécithine et la cholestérine, et, de plus, elle aide à l'extraction de ces corps, autrement insolubles, des cellules du foie, et à leur marche vers l'intestin; b) elle agit comme dissolvant dans l'intestin pour les acides gras en liberté et les savons, donnant aux premiers leur entière solubilité et augmentant beaucoup la solubilité des derniers.

2° Ces propriétés dissolvantes de la bile sont principalement dues aux sels qu'elle contient; mais, quant aux acides gras et aux savons, la quantité dissoute est beaucoup augmentée par la présence simultanée de la lécithine.

3° Ces actions dissolvantes des sels biliaires expliquent l'utilité de leur réabsorption et de leur circulation à travers le foie, de façon à ce qu'ils servent à plusieurs reprises comme agent dissolvant. Dans l'absorption, les sels biliaires transportent les savons des acides gras dans la cellule colonnaire; dans le foie, ils sont absorbés par les cellules du foie, transportent avec eux la lécithine et la cholestérine sécrétées, et passent dans les canalicules biliaires tenant ces substances en dissolution; par la bile, la lécithine et la cholestérine sont portées en dissolution dans l'intestin; et dans l'intestin les savons et les acides gras sont dissous, et sont rendus capables par les sels biliaires d'être absorbés par les cellules colonnaires, tandis que la lécithine et la cholestérine qui sont incapables d'absorption sont précipitées à mesure que les sels biliaires sont absorbés.

4° La lécithine possède une grande solubilité dans la bile et la cholestérine une faible solubilité. La faible solubilité de la cholestérine explique le fait que les calculs biliaires sont composés presque entièrement de cette substance.

5° Les savons de sodium ne possèdent qu'une faible solubilité dans l'eau, le palmitate et le stéarate étant pratiquement insolubles; mais la solubilité est augmentée par la présence des sels biliaires, et spécialement en présence de lécithine; de plus, le caractère de la solution est différent dans les deux cas: la solution biliaire est moins colloïdale.

6° Même dans la bile ou dans la solution de sels biliaires, les savons calcaires et magnésiens ont une faible solubilité; mais, des deux, les savons magnésiens sont les plus solubles.

7° Ces résultats jettent quelque lumière sur les fonctions relatives du suc pancréatique et de la bile dans la digestion et l'absorption des graisses. L'enzyme du suc pancréatique divise les graisses neutres, mettant des acides gras en liberté, qui sont convertis en savons par l'alcali, tandis que la bile donne la solubilité aux acides gras et aux savons ainsi produits. Maintenant il est bien connu que le pouvoir d'absorber les graisses est affaibli, mais non complètement détruit par l'absence de l'une ou de l'autre sécrétion et qu'il est perdu quand les deux sécrétions manquent. Ces faits peuvent probablement être mieux expliqués comme suit : a) En l'absence du ferment pancréatique, puisque la bile n'a pas d'action sur les graisses neutres, et que celles-ci sont insolubles, ne peut être absorbée que la portion qui est libre dans la graisse lorsqu'elle est ingérée, ou qui est mise en liberté dans l'estomac, ou par l'action bactérielle dans l'intestin. Puisque l'action bactérielle est minimum dans l'intestin grêle, la plus grande partie de la graisse n'est pas mise en liberté avant d'avoir atteint le gros intestin, où les sels biliaires ont tous été réabsorbés et ne peuvent alors l'aider à se dissoudre. Par conséquent, en l'absence de la sécrétion pancréatique un grand pourcentage de graisse apparaît comme acides gras dans les fèces; b) En l'absence de la bile, quoique la graisse soit décomposée dès l'entrée dans l'intestin et convertie en acides gras et en savons, l'absorption est lente parce que l'action dissolvante de la bile fait défaut et alors une fraction seulement est absorbée, et le reste passe principalement comme acides gras pour être rejeté dans les fèces. Quant à la fois la sécrétion pancréatique et la bile sont absentes,

¹ *Physikalische Zeitschrift*, t. II, n° 8, 116-19.

premièrement une petite quantité seulement est décomposée dans l'intestin grêle, et deuxièmement il n'y a rien pour donner la solubilité à cette faible portion; il en résulte que l'absorption est presque nulle.

S. Monckton Copeman : Le micro-organisme de la maladie du chien et la production d'un vaccin contre la maladie. — La maladie des chiens est une maladie si fatale, et particulièrement aux chiens de bonne race, qu'on a depuis longtemps recherché une méthode prophylactique.

Voici les résultats des recherches bactériologiques de l'auteur sur cette maladie, recherches exécutées en continuation de celles commencées dans son laboratoire à l'hôpital de Saint-Thomas il y a environ dix ans par feu Everett Millais.

Le micro-organisme spécifique de la maladie est un petit cocco-bacille, qui se teint par les couleurs d'aniline ordinaires, mais qui est décoloré par la méthode de Gram. Il croît facilement à la surface de l'agar à la température du corps; quand les colonies individuelles sont isolées par la méthode de culture en plaques, elles ont une apparence grisâtre, reluisante, à demi-transparente à la lumière réfléchie et une teinte brun clair à la lumière transmise. La forme générale est circulaire, mais accidentellement, et particulièrement dans les cultures originelles, les bords sont un peu irréguliers. Le microbe croît bien aussi dans un bouillon de bœuf, occasionnant d'abord un trouble général. Plus tard, un dépôt se forme au fond du tube, et le liquide surnageant devient plus clair.

Dans les préparations provenant des bouillons de culture, on trouve souvent les bacilles unis ensemble, formant quelquefois des chaînes d'une longueur considérable. Le bacille peut croître, bien que lentement, sur du sérum de sang solidifié, et aussi dans du lait, qui, lui, ne se coagule pas. Il se développe difficilement sur une pomme de terre; mais, de temps à autre, après quelques jours d'incubation, on aperçoit une bande d'apparence humide d'une couleur chamois pâle. Si l'on ensemence de la gélatine, la croissance s'opère lentement à la température de la chambre, et après quelque temps le milieu tend à se liquéfier.

On peut continuer la croissance sur l'agar, semaine après semaine, pendant bon nombre de générations; mais, après une douzaine de déplacements, les caractères morphologiques et biologiques du bacille ont changé quelque peu.

L'auteur donnera postérieurement un compte rendu de ces variations et de l'histologie pathologique de la maladie.

De la même manière, les propriétés pathogéniques du micro-organisme semblent devenir graduellement plus faibles, mais il peut regagner sa virulence à l'aide d'inoculations répétées sur le cobaye.

Si l'on injecte, sous la peau de l'abdomen d'un chien pesant 7 kilos, 1 cc. d'un bouillon de culture vieux de sept jours, tiré à son tour d'une sous-culture d'agar, cette injection produit une attaque de la maladie, qui se termine fatalement environ une semaine après l'injection. Chez un grand nombre d'autres chiens sur lesquels M. Millais et l'auteur ont fait des expériences, celles-ci se sont terminées par une crise non mortelle après l'inoculation dans la membrane muqueuse nasale.

Le principal caractère de la maladie produite expérimentalement est la diminution progressive du poids que l'on constate chez l'animal pendant toute la durée de la crise. Parmi les autres symptômes de la maladie, bien connus des éleveurs de chiens, ceux qui sont les plus apparents sont le résultat de l'inflammation plus ou moins grande des différentes surfaces muqueuses.

Après examen *post-mortem*, l'auteur s'est aperçu que la voie respiratoire entière était particulièrement affectée, les poumons montrant une consolidation

pneumonique dans presque toute leur étendue. La trachée est apte à être congestionnée, et à contenir une quantité de mucosités, tandis que les yeux et le nez sont bouchés par une matière purulente ou muco-purulente. Si l'on fait des cultures sur plaques d'agar de l'exsudation des poumons, du mucus de la trachée ou de la sécrétion nasale, le bacille spécifique peut être isolé dans les deux premiers cas en cultures presque pures.

Après avoir examiné des animaux morts de la maladie des chiens, provenant de l'inoculation expérimentale, ou contractée de la manière ordinaire, l'auteur n'a jamais réussi à obtenir des cultures du sang retiré avec des précautions aseptiques du cœur, du foie, de la vésicule biliaire, des reins et de la rate.

Il n'a pu examiner des animaux inoculés à des périodes intermédiaires de la maladie offrant une certaine gravité, ce qui lui aurait peut-être permis d'isoler le bacille dans l'un ou l'autre cas. Dans un cas où les vaisseaux sanguins du cerveau étaient très congestionnés, l'inoculation d'un tube d'agar avec une grande spatule de platine pleine de fluide cérébro-spinal, bien étendu sur la surface de l'agar, eut comme résultat l'apparition d'une demi-douzaine de colonies isolées d'une culture pure du bacille de la maladie.

Si l'on chauffe un bouillon de culture du bacille à 60° C., pendant une demi-heure, et que l'on y ajoute subséquemment une petite quantité d'acide carbonique comme préservatif, on obtient un vaccin qui agit d'une façon semblable à ceux préparés par Hallikine et Wright comme préventifs de la peste et de la fièvre entérique. Le vaccin peut être étalonné de la manière indiquée par Wright dans ses travaux sur la fièvre entérique.

La dose doit varier sensiblement suivant la taille du chien, mais M. Copeman a trouvé dans trois cas différents que l'injection de 2 centimètres cubes de la culture stérilisée du bacille suffit pour protéger de petits fox-terriers pesant environ 1 kil. 500 contre l'attaque de la maladie, tandis qu'un chien non protégé du même lot contracta la maladie à la suite de l'introduction d'un chien malade. L'auteur a trouvé aussi que les cobayes peuvent être protégés de cette manière contre les effets d'une dose de culture vivante qui serait généralement fatale en quarante-huit heures.

A. Ransome et A.-G.-R. Foulerton : De l'influence de l'ozone sur la vitalité de quelques bactéries pathogènes ou autres. — Les expériences des auteurs montrent qu'à l'état sec l'ozone n'a pas d'action appréciable sur la vitalité des diverses bactéries employées; ces résultats s'accordent avec ceux de Sonntag et Ohlmüller. Une exposition prolongée à l'action de l'ozone n'a pas non plus diminué la virulence du bacille de la tuberculose dans le pus. L'ozone aurait à peine une légère influence sur la virulence des *B. mal-lei* et *anthracis*.

D'autre part, les auteurs confirment les conclusions d'Ohlmüller quant aux propriétés bactéricides de l'ozone passant à travers un liquide contenant des bactéries en suspension.

Une comparaison de l'inactivité de l'ozone comme désinfectant à l'état sec avec son action en présence d'eau suggère une ressemblance superficielle avec d'autres gaz, comme le chlore et l'anhydride sulfureux.

L'action purificatrice que l'ozone paraît avoir dans l'économie de la Nature est due à l'oxydation chimique directe de la matière organique putrescible; elle n'empêche pas l'action des bactéries, qui, d'ailleurs, travaillent dans le même sens.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur

L'emploi de l'aluminium comme conducteur pour l'électricité. — Le prix élevé que, par une combinaison de causes naturelles et artificielles, le cuivre a atteint dans ces dernières années a ramené l'attention sur l'emploi de l'aluminium comme succédané du cuivre dans la transmission de l'électricité.

Pour comparer le cuivre avec l'aluminium au point de vue du prix de revient, il faut tenir compte de leur densité et de leur conductibilité différentes. Si l'on prend le cours moyen de ces deux métaux, dans nos pays, on arrive à cette conclusion que, pour une égale capacité de conduction, une ligne en aluminium coûterait 1.000 francs, alors que la même ligne en cuivre coûterait seulement 798 francs. L'aluminium est donc chez nous le plus cher des deux métaux.

Mais il s'est trouvé qu'en Amérique on a vendu, depuis quelques années, des quantités considérables d'aluminium à des prix très bas, ce qui a ramené le rapport entre le cuivre et l'aluminium à

1.325
1.000

pour une égale capacité de conduction; ce fait explique la facilité avec laquelle les ingénieurs électriciens du Nouveau-Monde ont adopté le métal blanc comme conducteur. Il faut dire qu'aujourd'hui et jusqu'à ce qu'il soit tombé à un prix beaucoup plus bas relativement au cuivre il n'est pas encore question d'employer l'aluminium pour des conducteurs convertis; mais il jouit déjà d'une grande vogue pour les lignes aériennes.

Voici les caractéristiques de quelques-unes des lignes de transmission en aluminium pur déjà installées au delà de l'Atlantique.

Aux chutes du Niagara, il y a deux lignes de transmission en aluminium. Ces deux lignes sont courtes et sont notées comme donnant un travail satisfaisant.

La *Hartford Electric Light and Power Company* a une ligne en aluminium entre sa station centrale à Tariffville et Hartford, à une distance de 17 kilom. 700. Le diamètre du câble employé est de 0^m,9187 et il pèse environ 422,5 kg par kilomètre.

La ligne de transmission en aluminium de la *Snoqualmie Falls Power Company* a été fréquemment

décrite dans la presse technique. Elle va entre les chutes et les deux villes de Tacoma et Seattle. Sa longueur totale est de 54 kilom. 716. L'aluminium employé a été allié avec 1 1/2 % de cuivre, et l'augmentation de la ténacité obtenue par cet alliage a permis d'employer avec sûreté des câbles de 36^m,500 à 45^m,600.

La *Blue Lakes Power Company* a une ligne en aluminium, en usage entre sa maison centrale à Blue Lakes et Sockton, à une distance de 57 kilom. 934. La ligne d'origine a été remplacée par une autre d'une plus grande capacité de conduction, et 446 tonnes de métal ont été employées pour la nouvelle ligne. A 1 fr. 45 par livre (453 gr. 54), cela représente une dépense totale de 1.510.000 francs (ou 41.925 fr. par mille) pour le métal seulement.

Un des plus intéressants systèmes de transmission de force aux Etats-Unis dans lesquels l'aluminium soit employé, est celui de la *Telluride Power Company*.

Cette Compagnie produit un courant à Provo, dans l'Utah, et le distribue, sur un circuit de 128 kilom. 75, aux mines de Mercure et de Tintic.

Voici quelques autres Compagnies américaines dans lesquelles l'aluminium est employé ou est sur le point de l'être à la place du cuivre :

- 1^o *North Yuba Power Company*, 101 kilom. 385;
- 2^o *The Municipal Supply Company*, 28 kilom. 967;
- 3^o *The Big Cotton Wood Power Company*;

4^o *The Standard Electric Company*. Cette dernière a été invitée à établir un projet pour alimenter San Francisco d'une station génératrice située dans les montagnes de la Sierra Nevada, à une distance de 241 kilomètres 395 mètres.

Le succès de ce projet dépend de la possibilité d'employer et de maintenir la tension proposée de 60.000 volts. On a décidé d'employer des câbles en aluminium pour le trajet, et les devis ont été préparés.

Dans la plupart de ces installations, la difficulté de souder l'aluminium a été surmontée par l'emploi de joints mécaniques. Le joint à manche Mac Intyre a été généralement adopté.

L'examen des principales installations où l'aluminium est employé comme conducteur montre les progrès considérables qui ont été faits. Si ce métal présente des conditions de durée suffisantes, et si son prix de re-

vient continué à diminuer, il peut devenir un rival important du cuivre dans ce nouveau champ d'emploi.

§ 2. — Physiologie

Recherches sur la coagulation du sang et les sérums anticoagulants. — Dans un travail publié sous ce titre, dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, par MM. Jules Bordet et Octave Gengou, on trouve des faits dignes d'être signalés, se rapportant : les uns à la question physiologico-chimique de la coagulation du sang; les autres à la question physiologique de la production d'antidiastases par un organisme dans lequel on a injecté des diastases.

Freund a montré, il y a quatorze ou quinze ans, que le sang des Mammifères coagule très lentement, quand il est reçu dans un vase dont les parois ont été enduites de vaseline, le passage du sang de l'artère dans ce vase se faisant par un tube vaseliné intérieurement. MM. Bordet et Gengou obtiennent les mêmes résultats en recevant le sang dans un vase paraffiné. A cet effet, on a fait fondre la paraffine, puis on l'a fait couler sur la paroi du vase de façon à l'enduire complètement; on refroidit ensuite brusquement le vase en le plongeant dans l'eau froide. La paraffine présente un avantage sur la vaseline; on peut, en effet, centrifuger les tubes paraffinés, sans détacher la paraffine de la paroi, tandis que la vaseline s'en détache presque toujours, pendant la centrifugation. On peut des lors obtenir, dans les tubes paraffinés, une séparation (par centrifugation) des globules et du plasma, qu'on ne saurait obtenir en tubes vaselinés (en effet, le sang venant au contact du verre, il se produit une coagulation rapide.)

Le plasma, ainsi séparé en tube paraffiné, peut être enlevé au moyen d'une pipette paraffinée et introduit dans un tube paraffiné. Il s'y conserve liquide pendant un temps généralement long, qui peut atteindre vingt-quatre et même trente heures; — mais il coagule en quelques minutes, si on le verse dans un vase quelconque non paraffiné, ou si on y plonge un corps quelconque non paraffiné, par exemple, une baguette de verre non paraffinée.

Deux hypothèses sont possibles, pour interpréter ces faits : ou bien le plasma en tubes paraffinés ne contient pas de fibrinogène, agent de la transformation du fibrinogène en fibrine; les éléments figurés du sang, les leucocytes, générateurs du fibrinogène, n'auraient pas été soumis aux impressions qui, au contact des parois non paraffinées, leur font sécréter ou excréter le fibrinogène (le liquide ne mouille pas les parois paraffinées); — ou bien le contact d'une paroi non paraffinée est une condition nécessaire de l'un des phénomènes qui se passent dans la transformation du fibrinogène en fibrine.

La première hypothèse ne saurait être acceptée, car l'examen microscopique du plasma centrifugé en tubes paraffinés n'y révèle la présence d'aucun élément figuré. Ce plasma coagulant au contact des parois non paraffinées, il faut donc admettre qu'il contenait du fibrinogène. C'est là une conclusion qui peut surprendre les physiologistes, accoutumés à considérer le phénomène de la coagulation du sang comme un phénomène purement et uniquement chimique; il est vraisemblable, comme le disent MM. J. Bordet et O. Gengou, qu'un phénomène purement physique joue un rôle important dans la coagulation.

Dans la seconde partie de leur important travail, MM. J. Bordet et O. Gengou montrent que le fibrinogène, produit dans le sang des divers Mammifères, tout en étant capable de transformer en fibrine un fibrinogène quelconque, extrait du sang d'un animal quelconque, ou un plasma non spontanément coagulable, que ce fibrinogène présente pourtant des dissemblances, selon qu'il provient du sang de telle ou telle espèce animale. On peut, en effet, en injectant, dans l'organisme d'un animal d'espèce A, du sérum d'un animal d'espèce B, à plusieurs reprises, et à quelques jours d'intervalle, obtenir

un sérum de A contenant une substance antagoniste du fibrinogène de B. Des cobayes reçoivent à cet effet trois injections, pratiquées à huit jours d'intervalle, de 5 c. c. de sérum de lapin; on saigne ces cobayes douze jours environ après la dernière injection, et on laisse leur sang coaguler, de façon à en extraire, vingt-quatre heures plus tard, le sérum.

On sait que le sang d'oiseau, extrait en évitant tout contact avec les bords de la plaie, fournit par centrifugation un plasma qui non spontanément coagulable, mais coagulable par addition de sang défibriné ou de sérum quelconque. Un tel plasma d'oiseau coagule par addition de sérum ou de sang défibriné de lapin.

On sait, d'autre part, qu'un sérum ou un sang défibriné quelconque perd la propriété de faire coaguler les liqueurs fibrinogénées, quand il a été chauffé pendant trois quarts d'heure à 58°,5. Le chauffage, à cette température, détruit le fibrinogène.

Ceci posé : ajoutons à du plasma d'oiseau un mélange formé de 1 partie de sérum de lapin frais et de 3 à 6 parties de sérum de cobayes préparé comme nous l'avons indiqué ci-dessus (nous dirons sérum de cobaye actif), préalablement chauffé à 58°,5 pendant trois quarts d'heure; nous constatons que le mélange ne coagule pas. Le sang de cobaye actif chauffé, qui ne contient plus de fibrinogène, renferme donc une substance antagoniste du fibrinogène du lapin. Si, au plasma d'oiseau, on ajoute un mélange, dans les mêmes proportions, de sérum de lapin et de sérum de cobaye actif, non chauffé, la coagulation se produit. C'est donc que la substance antagoniste pour le fibrinogène du lapin n'est pas antagoniste pour le fibrinogène du cobaye.

Ce sont là des faits intéressants qu'il convient d'enregistrer avec soin, en attendant l'époque où il sera possible de donner de ces faits et de nombreux autres semblables une interprétation commune.

§ 3. — Sciences médicales

Le Congrès britannique de la Tuberculose, tenu à Londres du 22 au 26 juillet 1901.

— Il faut avoir le courage de le dire : les travaux du dernier Congrès international contre la Tuberculose ont présenté un intérêt très médiocre. La cause en est facile à comprendre. Depuis quatre ou cinq ans que la tuberculose est à l'ordre du jour, la question commence à être épuisée. Tout ce qui concerne l'étiologie, la pathogénie, la prophylaxie et la symptomatologie est aujourd'hui bien connu, et, si certains points de détail peuvent encore faire l'objet d'une étude expérimentale ou clinique ou statistique, il n'y a certainement plus de matière pour remplir d'une façon intéressante les séances d'un Congrès auquel prennent part plusieurs centaines de médecins.

Aussi bien, quand à tête reposée on relit les communications, on leur trouve quelque chose de déjà vu, de déjà connu. Souvent même, c'est la reproduction d'une communication déjà faite à Paris, à Berlin, à Naples, où se sont réunis les congrès précédents.

Seul M. Koch a trouvé le moyen de faire une communication sensationnelle. M. Koch est le grand maître de la Bactériologie moderne. A ce titre, nous avons le devoir de faire connaître à nos lecteurs la nouvelle découverte de ce savant, d'autant qu'elle est en contradiction formelle avec tout ce que nous savons sur le point qu'il a abordé : les rapports entre la tuberculose humaine et la tuberculose animale.

Jusqu'à aujourd'hui on a considéré ces deux formes de tuberculose comme identiques et produites par le même bacille. M. Koch s'inscrit en faux contre cette identité. Pour lui, la tuberculose bovine diffère totalement de la tuberculose humaine, si bien que les bacilles tuberculeux de provenance humaine, injectés à des animaux de l'espèce bovine, seraient incapables de provoquer chez eux des lésions tuberculeuses. A l'appui de cette assertion, M. Koch a cité les expériences suivantes :

Un lot de jeunes veaux, éprouvés par la tuberculine et pouvant être ainsi regardés comme indemnes de la tuberculose, fut infecté suivant différents procédés par des cultures pures de bacilles tuberculeux provenant de tuberculose humaine. Quelques-uns reçurent directement des crachats de phtisiques. Dans quelques cas, le bacille tuberculeux ou le crachat étaient injectés sous la peau; dans d'autres cas, dans la cavité péritonéale; dans d'autres enfin, dans la veine jugulaire. Six animaux furent alimentés avec des crachats tuberculeux presque quotidiennement pendant sept ou huit mois, quatre inhalèrent de grandes quantités de bacilles en suspension dans l'eau qu'on pulvérisait dans l'air. Aucun de ces animaux ne présente le moindre symptôme morbide et tous augmentèrent de poids. Six ou huit mois après le début de l'expérience, ils furent sacrifiés. Dans les organes, on ne trouva pas trace de tuberculose. C'est seulement aux points où avaient été faites les injections que l'on rencontra de petits foyers de suppuration renfermant quelques bacilles tuberculeux. C'est exactement ce que l'on trouve, quand on injecte des corps de bacilles morts sous la peau des animaux réfractaires. Ainsi les animaux réagissaient contre le bacille humain vivant comme s'ils avaient reçu des bacilles morts. Ils étaient absolument réfractaires.

Le résultat a été tout à fait différent quand la même expérience fut faite sur des veaux non tuberculeux avec des bacilles provenant d'un animal atteint de tuberculose bovine. Après une période d'incubation d'une semaine environ, les plus graves lésions tuberculeuses se produisaient dans les organes de tous les animaux injectés. L'infection tuberculeuse suivait sa marche fatale: quelques-uns des animaux ont succombé au bout de un ou deux mois, d'autres furent sacrifiés au bout de trois mois. Dans les deux cas, on trouvait, à l'autopsie, une infiltration tuberculeuse très étendue au point où avait été faite l'injection, ainsi que dans les poumons, la rate, etc.

En résumé, le bétail se montrait aussi sensible au bacille de la tuberculose bovine qu'il était réfractaire au bacille de la tuberculose humaine. Les expériences analogues faites sur des chèvres et des porcs ont donné des résultats identiques. Aussi M. Koch se croit-il autorisé à soutenir que *la tuberculose humaine diffère de la tuberculose bovine et ne peut être transmise au bétail.*

S'il en est ainsi, on doit donc se demander si la tuberculose bovine est transmissible à l'homme. M. Koch pense que non, et voici les faits qu'il a cités à l'appui de son opinion:

On sait, dit-il, que le lait et le beurre consommés dans les grandes villes contiennent une grande quantité de bacilles vivants. La plupart des habitants des villes consomment donc chaque jour des bacilles de la tuberculose bovine, vivants et virulents, et réalisent ainsi une véritable expérience. Or, d'après M. Koch, les cas de tuberculose primitive de l'intestin sont excessivement rares. Pour sa part, il n'a observé que deux cas de ce genre. A l'hôpital de la Charité, à Berlin, on n'aurait constaté dans cinq ans que 10 cas de tuberculose primitive de l'intestin. De même, Biedert, sur 3.104 autopsies d'enfants tuberculeux, n'a observé que 46 cas d'entérite tuberculeuse primitive. Il y a même plus: ces cas de tuberculose primitive de l'intestin pourraient, d'après M. Koch, tenir à la pénétration accidentelle, dans l'intestin, des bacilles tuberculeux humains. Et M. Koch en conclut que la transmissibilité de la tuberculose bovine à l'homme n'existe probablement pas et que par conséquent il n'y a pas lieu de prendre des mesures particulières contre la propagation de la tuberculose par le lait ou la chair des animaux tuberculeux.

Ces faits, comme nous l'avons dit, sont en contradiction complète avec tout ce que nous savons sur les rapports entre la tuberculose bovine et la tuberculose humaine. M. Koch a-t-il raison ou tort? Il est certain que la grande autorité de M. Koch fera remettre cette question à l'étude et que nous ne tarderons pas à être rensei-

gnés sur ce point. En attendant, il nous semble intéressant de reproduire ici la réponse de M. Nocard.

M. Nocard a commencé par citer les expériences déjà anciennes de M. Chauveau. Des veaux, au nombre de quatre, ont été infectés, soit par la voie digestive, soit par l'injection intra-veineuse, avec des produits tuberculeux empruntés à l'homme. Ces quatre animaux, sacrifiés après un laps de temps variable, allant jusqu'à cinquante-neuf jours, ont, à l'autopsie, présenté des lésions tuberculeuses très importantes, précédant manifestement de l'infection expérimentale. Du reste, des expériences analogues ont été faites un peu partout et ont souvent donné le même résultat.

Quant à la transmissibilité de la tuberculose bovine à l'homme, M. Nocard a signalé un certain nombre de faits positifs qui valent les faits négatifs et les considérations théoriques de M. Koch.

Parmi ces faits, il en est qui ont trait à des vétérinaires qui se sont blessés en faisant l'autopsie des vaches tuberculeuses: les uns ont guéri grâce à une intervention chirurgicale hâtive et radicale; les autres, moins heureux, ont fini par succomber à l'évolution progressive de l'infection tuberculeuse. D'un autre côté, il existe des faits nombreux et authentiques d'infection tuberculeuse par l'usage alimentaire du lait provenant de vaches atteintes de mammité tuberculeuse, lesquels faits ont parfois la valeur d'une véritable expérience.

M. Nocard a enfin cité l'observation fort curieuse concernant l'extension de la tuberculose en Angleterre. On sait notamment, depuis les travaux de Thorn-Thorn, qu'en Angleterre la mortalité générale par tuberculose a, depuis cinquante ans, diminué de 45 %, tandis que la mortalité par tuberculose abdominale chez les enfants a, pendant ce temps, augmenté de 27 %. L'explication de ce phénomène réside dans l'absence, en Angleterre, de toute surveillance des laiteries, de toute mesure interdisant l'usage du lait provenant de vaches tuberculeuses.

En attendant de nouveaux faits, M. Nocard continue donc de croire à la transmissibilité de la tuberculose bovine à l'homme.

Une autre communication, ayant dans une certaine mesure le mérite de l'originalité, et qu'il nous semble intéressant de citer ici, est celle de MM. Cornil et Chantemesse sur *l'influence de la viande crue sur l'évolution de la tuberculose expérimentale.*

Nos lecteurs connaissent cette question d'après le travail publié dans notre *Revue* par M. Richet, MM. Cornil et Chantemesse ont voulu étudier comparativement l'influence de la viande cuite et de la viande crue sur des chiens rendus tuberculeux. Les conditions de l'expérience étant les mêmes pour les deux groupes de chiens, ils ont constaté que les chiens nourris à satiété avec de la viande cuite ont succombé dans un espace de temps variant entre quatre semaines et trois mois. A l'autopsie, les animaux présentaient des lésions de tuberculose généralisée avec nodules caséux plus ou moins volumineux; le foie était frappé de dégénérescence grassieuse avancée.

Les animaux nourris avec de la viande crue ont survécu. Quand on les sacrifiait au moment où les chiens nourris avec de la viande cuite succombaient, on trouvait, chez eux aussi, des lésions tuberculeuses, mais celle-ci étaient moins nombreuses et moins étendues. En outre, les animaux avaient conservé un certain degré d'embonpoint. Chez un chien qui n'a été sacrifié qu'au bout d'un an, on a trouvé, à côté des lésions tuberculeuses, une néphrite chronique que MM. Cornil et Chantemesse n'hésitent pas à attribuer à l'usage prolongé de la viande crue. De ces expériences, MM. Cornil et Chantemesse concluent que l'utilité du régime de la viande crue dans le traitement de la tuberculose ne réside pas dans un phénomène de suralimentation pur et simple, mais qu'il repose sur une qualité particulière, antituberculeuse, de l'aliment.

Telles sont les deux communications qu'il nous a semblé intéressant d'analyser ici.

LES THÉORIES DE LA FÉCONDATION

CONFÉRENCE FAITE AU CONGRÈS INTERNATIONAL DE ZOOLOGIE

(SESSION DE BERLIN : AOUT 1901)

Mesdames et Messieurs,

Après avoir accepté, à la demande des organisateurs de ce Congrès, d'exposer en séance générale les théories de la fécondation, j'ai éprouvé, je dois l'avouer, un réel embarras. La question est si vaste et si compliquée, l'auditoire est composé d'éléments si variés, qu'il apparaît fort difficile de traiter dignement le sujet sans être obscur ou ennuyeux pour personne.

Deux idées s'offrent tout d'abord à l'esprit.

La première est de se placer au point de vue de la vulgarisation, en présentant le tableau d'ensemble de nos connaissances et la marche de leur développement. Mais c'est presque une injure : on vulgarise pour le vulgaire et non pour des savants.

La seconde est de faire un exposé critique approfondi, en laissant de côté ce qui peut être supposé connu et s'attachant à ce qui est litigieux, comparant les cas particuliers et les opinions individuelles, s'efforçant de rendre justice à tous et de montrer la place de chacun dans le conflit général des opinions. Cela serait intéressant peut-être, mais c'est un sujet de Mémoire écrit et non de conférence. Ce menu détail n'intéresse que les spécialistes ; il serait fastidieux pour les autres et, d'ailleurs, exigerait un temps beaucoup plus long que celui qui m'est accordé.

Finalement, j'ai rejeté ces deux manières de faire pour me rabattre sur une troisième, et j'ai adopté le plan que voici : rappeler l'opinion classique, celle que nous enseignons à nos élèves, sans tenir compte des innombrables variantes particulières aux divers auteurs, et cela en peu de mots, uniquement pour servir de base à la discussion ; puis, discuter la valeur des explications qu'elle propose, scruter la signification vraie des phénomènes, examiner si l'on ne s'est pas quelquefois laissé absorber par la contemplation de ce qui est le plus apparent, en négligeant peut-être ce qui est le plus essentiel ; chercher, enfin, de quel côté doivent porter nos efforts pour produire le maximum d'effet utile.

La question ainsi comprise doit être examinée à trois points de vue : *phylogénétique*, *histologique* et *physico-chimique*. L'ordre dans lequel je viens de les énumérer est, à mon sens, celui de leur importance croissante : aussi est-ce celui que je suivrai dans mon exposition.

I. — LA FÉCONDATION AU POINT DE VUE
PHYLOGÉNÉTIQUE.

Il serait fort intéressant, à coup sûr, de savoir comment s'est développée la fécondation dans l'évolution générale des fonctions organiques. Toutes les questions phylogénétiques sont d'un haut intérêt. Mais cela ne veut pas dire qu'il faille s'absorber dans leur étude et négliger pour elle la solution de problèmes non moins importants et plus accessibles. Le propre des études phylogénétiques est que les conclusions qu'elles proposent sont invérifiables et, par là, se placent près de la limite où s'arrête la science vraie. Reconstituer une phylogénèse, c'est réunir par un lien les débris d'une chaîne rompue dont il ne reste que quelques maillons épars. Comment rétablissons-nous les parties absentes ? En supposant que les choses se sont passées de la manière la plus naturelle, et suivant les voies les plus directes. Si la dérivation des êtres s'était faite d'après des règles simples et uniformes ; s'il suffisait, comme dans les sciences mathématiques, qu'une conclusion fût logique pour être vraie, nous serions autorisés à attribuer une valeur objective à nos essais de reconstitution. Mais, en examinant comment les choses se passent dans les cas où l'observation nous fournit des documents positifs, nous ne tardons pas à nous convaincre que l'espoir est chimérique de reconstituer par la pensée les lignées phylogénétiques disparues. Dans la formation des organismes règne en maître l'imprévu, l'impossible à prévoir, et je dirai presque qu'un tableau phylogénétique a d'autant moins de chances de représenter la vérité, qu'il est plus rationnel et plus séduisant.

Une conférence entièrement consacrée à ce sujet suffirait à peine à en montrer les nombreux exemples. J'en citerai ici un seul.

Reportons-nous en 1860 et supposons un zoologiste ou un paléontologiste, ayant (sauf sur le point spécial qu'on va deviner) toutes les idées et toutes les connaissances que nous avons aujourd'hui, auquel on eût demandé d'imaginer une forme de passage entre le Reptile et l'Oiseau. Il eût répondu en attribuant à cette forme des caractères intermédiaires à celles des deux groupes qu'elle devait relier ; en ce qui concerne spécialement la queue, il eût décrit celle-ci comme fort raccourcie et couverte de productions mixtes tenant à la fois de

l'écaïlle et de la plume. Et, s'il eût attribué à cet être une longue queue de Reptile garnie de vraies plumes d'Oiseau, ou lui eût ri au nez.

L'année suivante, on découvrait l'*Archæopteryx*.

De pareils exemples doivent nous rendre circonspects et nous faire comprendre qu'en cherchant à reconstituer la phylogénèse, nous obéissons au besoin légitime de concevoir comment les choses auraient pu se passer, sans chances sérieuses de découvrir comment elles se sont passées en réalité.

Ces réserves faites, je reconnais qu'on a découvert, entre la fécondation et la reproduction, agame une série très complète d'intermédiaires, dont voici les principaux termes :

1° L'être se reproduit au moyen de *spores asexuées*, simples cellules de l'organisme donnant naissance, à elles seules, à un organisme semblable à celui qui les a engendrées : c'est la *reproduction agame*;

2° Les spores se fusionnent avant de se développer : elles deviennent des *gamètes* et la reproduction a lieu par *conjugaison* :

a) Les gamètes sont d'abord identiques entre eux : la conjugaison est donc *isogame*; et jusqu'ici il n'y a pas encore de sexualité, puisqu'il n'y a pas de différences sexuelles;

b) Puis, les différences sexuelles s'établissent : l'un des gamètes devient gros, lourd, moins mobile, chargé de réserves, tandis que l'autre reste petit, pauvre en réserves, très mobile : c'est la *conjugaison anisogame*, avec laquelle apparaît la *sexualité*.

Cette sexualité n'est d'abord qu'*indécise*, en ce sens que la conjugaison est *facultative* avant d'être *nécessaire*; elle n'est aussi d'abord que *relative*, en ce sens que certains gamètes peuvent, dans la conjugaison, jouer indifféremment le rôle d'élément mâle ou celui d'élément femelle, de même que certains corps chimiques sont électro-positifs dans une combinaison, électro-négatifs dans une autre.

C'est ainsi que, chez la *Pandorina*, il y a des spores de trois tailles : petites, moyennes et grosses; les petites peuvent se conjuguer aussi bien entre elles (*isogonie*) qu'avec les moyennes ou les grosses (*anisogamie*); et les moyennes, en se conjugant avec les petites, jouent le rôle de femelle, en se conjugant avec les grosses celui de mâle;

3° Le dernier stade est celui de la différenciation complète des gamètes en *produits sexuels*, avec les caractères si tranchés qu'ils présentent dans les œufs et les spermatozoïdes des animaux.

Ainsi se présentent quatre stades bien nets d'évolution progressive :

Reproduction agame.

Conjugaison isogame . . . { Facultative, puis nécessaire,
Conjugaison anisogame. . . { avec différenciation relative,
 puis absolue.

Fécondation Avec différenciation complète des produits sexuels.

Au point de vue des phénomènes intimes, on peut distinguer plusieurs stades d'évolution :

Conjugaison partielle . . . { Cytoplasmique (Plastogamie de Hartog, chez les Myxomycètes).
Conjugaison totale. { Nucléaire Caryogamie de Maupas, chez les Infusoires.
 A la fois cytogamique et nucléaire.

Et la fécondation peut, à ce double point de vue, être définie : *une conjugaison totale, mais surtout nucléaire, de gamètes complètement différenciés, l'un en œuf gros, immobile, chargé de réserves; l'autre en spermatozoïde, petit, très mobile, sans réserves.*

Mais, même en admettant que la série d'intermédiaires ainsi établie soit réelle, il s'en faudrait de beaucoup que le problème phylogénétique de la fécondation fût élucidé, car il resterait à montrer comment, sous quelles influences, se sont produites ces différenciations progressives, et cela soulève les plus graves questions de la Biologie générale.

Il est relativement aisé de montrer l'avantage qui résulte pour l'embryon de posséder de grosses réserves, ce qui explique l'œuf; et la nécessité pour l'un des gamètes au moins de conserver une mobilité parfaite, ce qui explique le spermatozoïde. Mais, nous ne sommes plus au temps où il suffisait de prouver qu'un caractère est avantageux pour croire qu'on avait expliqué son apparition. Weismann, en montrant les graves objections qui s'élèvent contre l'hérédité des caractères acquis, Pfeffer, en dévoilant les difficultés de la majoration des caractères, alors qu'ils sont trop peu accusés pour donner prise à la sélection, ont fait justice de cette facile philosophie.

La phylogénèse de la fécondation, qui semble, au premier abord, si simple, reste donc pleine d'obscurités. Particulièrement obscure est la question de l'introduction de la réduction chromatique dans la fécondation. Aussi conclurai-je ce rapide exposé en émettant l'avis qu'il y a mieux à faire que de chercher à résoudre ces questions, peut-être insolubles, et que, pour le moment au moins, il est préférable de s'attaquer à l'étude des problèmes histologiques et physico-chimiques qui se rattachent à la fécondation.

II. — LES PHÉNOMÈNES HISTOLOGIQUES DE LA FÉCONDATION.

Le point de vue histologique est, de beaucoup, celui qui a le plus attiré l'attention, celui qui a provoqué le plus de travaux, celui où la question de fait est la mieux connue. Et cependant, nous allons

voir que, de ce côté aussi, bien des choses sont admises, qui sont loin d'être démontrées.

Rappelons d'abord, sommairement, l'opinion classique, en laissant de côté, à dessein, les cas particuliers et les opinions individuelles.

Une première question domine le problème : c'est celle de la *maturation des produits sexuels*.

Commençons par l'œuf.

Les *cellules germinales*, mères des éléments sexuels, se présentent sous l'aspect d'éléments non différenciés, très semblables aux blastomères de la segmentation. Chez quelques animaux, on les voit effectivement s'individualiser dès la formation des feuillettes; mais, même lorsqu'il n'en est pas ainsi, leur ressemblance avec les blastomères est telle qu'on est autorisé à admettre qu'ils descendent directement de l'œuf, sous une forme plus ou moins voilée : ils ont gardé des caractères embryonnaires, tandis que tout se différencie autour d'eux.

Lorsque la glande sexuelle commence à entrer en activité, ces cellules germinales se multiplient rapidement et, pendant toute cette période, s'accroissent moins par nutrition qu'elles ne diminuent par la division, en sorte que leur volume s'amointrit progressivement : on les désigne sous le nom d'*ovogonies*. Quand elles ont fini de se multiplier, elles manifestent un mode d'activité inverse, se mettent à grossir énormément et deviennent ce qu'on appelait autrefois l'ovule, ce qu'on appelle aujourd'hui l'*ovocyte de premier ordre*, et qui est caractérisé par son volume considérable, par l'abondance des réserves dans le cytoplasme et par son noyau, la *vésicule germinative*, très gros, avec un ou plusieurs nucléoles ou *taches germinatives* et une *membrane nucléaire* très évidente.

Après un temps variable, l'ovocyte de premier ordre se divise coup sur coup deux fois, sans phase de repos intermédiaire et d'une manière très inégale, expulsant chaque fois la moitié de son noyau avec une quantité négligeable de cytoplasme. Les parties expulsées sont les *globules polaires*, et ce qui reste après leur expulsion est l'œuf mûr, qui a conservé tout le cytoplasme et toutes les réserves de l'ovule, mais qui n'a plus qu'un noyau très réduit, d'où le nom de *divisions réductrices* donné aux deux divisions successives qui lui donnent naissance.

Pour le spermatozoïde, c'est la même chose, à quelques différences près : 1° l'accroissement des dernières *spermatogonies* en *spermatocytes de premier ordre* est moins considérable et ne comporte pas d'accumulation de réserves; 2° les divisions maturatives sont égales et donnent naissance à quatre éléments également actifs; 3° enfin, le pro-

duit de la deuxième division n'est pas le spermatozoïde achevé : c'est la *spermatide*, qui n'est encore qu'une cellule ordinaire et doit se transformer en *spermatozoïde* avec sa queue, flagellum locomoteur formé essentiellement par le cytoplasme, et sa tête comprenant le noyau, le centrosome et une quantité de cytoplasme très minime. Mais la spermatide se transforme en spermatozoïde par simple réarrangement de ses parties, sans se diviser ni rien rejeter.

Ces *divisions maturatives* si singulières se montrent chez tous les êtres qui ont une fécondation, avec une généralité tout à fait remarquable. Aussi les considère-t-on, avec toute apparence de raison, comme jouant dans la fécondation un rôle capital, et l'on a énormément travaillé et discuté pour établir ce rôle.

L'opinion courante est qu'elles ont pour but de produire une triple réduction de la chromatine : numérique, quantitative et qualitative, et que ces trois réductions, également nécessaires, sont la raison d'être des divisions qui les produisent.

Examinons-les successivement.

1. *Réduction numérique*. — Dans le noyau au repos, la chromatine est disséminée en granulations disposées sur les filaments du réseau achromatique; mais, à chaque division nucléaire, ces granulations se groupent en un long filament continu, qui se coupe en un certain nombre de segments appelés *chromosomes*.

On a remarqué que, sauf certaines exceptions, les chromosomes étaient en même nombre dans toutes les cellules du corps de chaque espèce animale ou végétale. Aussi a-t-on été conduit à penser que ce nombre devait rester fixe, et implicitement on semble croire qu'il ne saurait varier sans entraîner des conséquences graves. Or, s'il n'y avait pas une division réductrice spéciale, non seulement il varierait, mais il doublerait à chaque génération. Si l'œuf et le spermatozoïde apportaient chacun n chromosomes, il y en aurait $2n$ dans l'œuf fécondé; chaque cellule de l'organisme engendré en aurait aussi $2n$; à la génération suivante, elles en auraient $4n$, à la suivante $8n$, et ainsi de suite.

La réduction numérique a, dit-on, pour rôle de remédier à cet inconvénient, et cela de la manière suivante :

Dans les gonies, comme dans les cellules ordinaires de l'organisme, à chaque division, chaque chromosome se fend en long, le nombre n devient $2n$, et chaque cellule fille en reçoit $\frac{2n}{2} = n$, en sorte que le nombre n'est pas modifié.

On a cru d'abord que, dans la deuxième division

maturative, la division longitudinale était supprimée, et qu'une moitié des chromosomes allait à chaque cellule fille, en sorte que l'œuf mûr, comme le deuxième globule polaire, en recevait seulement $\frac{n}{2}$.

Mais, en y regardant de près, on a vu que les choses sont moins simples. On trouve dans l'ovocyte de premier ordre le nombre des chromosomes déjà réduit à $\frac{n}{2}$. Mais ces $\frac{n}{2}$ chromosomes sont quadruples, formant chacun un complexe de 4 chromosomes, dit *groupe quaternaire*. Chaque division maturative respecte le nombre $\frac{n}{2}$ de ces groupes, mais les décompose tous, la première en $\frac{n}{2}$ groupes binaires, la seconde en $\frac{n}{2}$ chromosomes simples.

La constitution de ces groupes quaternaires, qui est la clef de la réduction numérique, est encore entourée de grandes obscurités. Mais ce qu'il y a de certain, c'est que le but est atteint : chaque élément sexuel a $\frac{n}{2}$ chromosomes simples, et l'œuf fécondé en a $2 \frac{n}{2} = n$, en sorte que le nombre fixe est conservé.

Y a-t-il là, comme on le croit, une explication suffisante de l'existence des divisions maturatives ?

Je ne le crois pas.

Je ne le crois pas, d'abord, parce que la nécessité d'un nombre fixe de chromosomes n'a rien d'impérieux ; ensuite, parce que ce nombre n'a pas besoin d'une opération spéciale pour se maintenir.

D'abord, si le nombre n était modifié, rien ne prouve que quoi que ce soit d'essentiel serait modifié dans l'animal.

On a maintes fois trouvé, à titre d'anomalies, un nombre de chromosomes différent de celui qui devrait exister. D'autre part, Guignard a donné des exemples de chromosomes réduits dans des cellules somatiques chez certaines plantes. Von Winiwarter a montré que, chez le lapin, les cellules sexuelles réduites ayant 12 chromosomes, les cellules somatiques devraient en avoir 24. Or, elles en ont un nombre variable et fort différent, allant de 36 à 80, et en moyenne égal à 42. Et le lapin ne s'en porte pas plus mal ! Il en est de même pour les variétés *bivalens* et *univalens* d'*Ascaris megalocephala* et pour les deux variétés d'*Artemia* décrites par Brauer, l'une à 84, l'autre à 168 chromosomes.

D'autre part, j'ai montré, dans des recherches antérieures, que les embryons mérogoniques de *Strongylocentrotus*, provenant de fragments anu-

cléés d'œufs fécondés possédant en tout $\frac{n}{2} = 9$ chromosomes exclusivement paternels, avaient cependant dans leurs cellules 18 chromosomes.

Boveri, dont cette conclusion ébranle la théorie de la permanence et de l'individualité de ces éléments, a élevé des objections contre sa valeur et émis l'idée que je pouvais avoir eu affaire à des individus anormaux. J'ai déjà répondu, ailleurs, à cette objection, et j'ajouterai ici que j'ai compté les chromosomes dans trois cas où j'avais fécondé les deux moitiés, l'une nucléée, l'autre annulée, d'un même œuf, avec le même sperme, dans la même goutte d'eau, et que, dans ces trois cas, les chromosomes, comptés dans plusieurs cellules de chaque embryon, se sont trouvés au nombre de 18, aussi bien dans ceux provenant de la mérogonie que dans les normaux.

Mais voici une expérience nouvelle, plus démonstrative encore, que j'ai faite il y a quelques semaines au Laboratoire de Roscoff.

A l'aide de procédés analogues à ceux de Loeb, j'ai fait développer parthénogénétiquement des œufs de *Strongylocentrotus* et j'ai compté les chromosomes dans les embryons et les larves. Or, partout j'en ai trouvé 18. Pas une seule cellule ne m'en a montré 9 seulement. Et ici, comme les embryons s'obtiennent par centaines, c'est sur des centaines que j'ai vérifié le fait.

Ainsi donc, quand un œuf a reçu seulement $\frac{n}{2}$ chromosomes, que ceux-ci soient exclusivement paternels (mérogonie), ou exclusivement maternels (parthénogénèse expérimentale), on retrouve toujours n chromosomes chez l'embryon.

Cela montre : que les chromosomes ne sont pas, comme le croient Rabl et Boveri, des individualités permanentes ; que leur nombre est une propriété cellulaire ; qu'il se rétablit par autorégulation quand il a été modifié ; et que, par conséquent, il n'est pas besoin d'une opération spéciale pour le maintenir.

La prétendue nécessité d'une réduction numérique ne fournit point une explication suffisante de l'existence des divisions maturatives.

2. Réduction quantitative. — On admet qu'il existe, parallèlement à la réduction numérique, une réduction quantitative qui serait également de moitié. Voici comment on raisonne.

Une gonie, au moment de sa naissance, a une masse de chromatine m . Pendant la période de repos qui précède une division nouvelle, cette masse s'accroît et devient $2m$, et chaque cellule fille en reçoit la moitié, soit $\frac{2m}{2} = m$, en sorte que la quantité ne varie pas. Il en est ainsi jusqu'au cyte

de premier ordre, lequel, sortant d'une période de repos au moment où il se divise, attribue de même m à chacune de ses cellules filles. Mais celles-ci, les cytes de deuxième ordre, se divisant sans période de repos préalable, sans avoir eu le temps de porter m à $2m$, lèguent à l'œuf ou à la spermatide seulement $\frac{m}{2}$ de chromatine.

Mais toutes ces évaluations sont arbitraires et ne reposent sur rien de précis. La quantité de chromatine que possède une cellule est sujette à des variations qui peuvent être considérables, suivant la consommation qu'elle en fait dans ses opérations cataboliques et suivant la quantité qu'elle en reçoit par la nutrition. Les différences individuelles doivent être notables entre les glandes sexuelles des divers individus, sous le rapport de la quantité de chromatine contenue dans les éléments germinaux, en sorte qu'il est incompréhensible qu'il faille toujours réduire cette quantité de moitié pour obtenir le taux convenable.

Kulagin (en 1898) a montré que les œufs d'insectes soumis à un jeûne prolongé n'émettent plus qu'un globule polaire. Mais il faut un jeûne d'une durée déterminée, pour obtenir ce résultat. Un insecte qui a jeûné pas tout à fait assez longtemps pour qu'un de ses globules polaires soit supprimé a évidemment dans ses cellules germinales moins de chromatine que celui qui a reçu une alimentation abondante. En émettant ses deux globules, le premier laisse dans ses œufs mûrs une quantité de chromatine certainement moindre que le second. Il est donc impossible de dire que l'œuf mûr doit contenir une quantité de chromatine fixe, toujours égale à elle-même et toujours égale à la moitié de ce que contient l'ovocyte de premier ordre à l'état normal.

Puisque des variations étendues dans la quantité de chromatine sont compatibles avec la fécondation et le développement, il n'est pas admissible qu'une opération spéciale soit nécessaire pour réduire cette quantité toujours exactement de moitié.

On a des raisons de croire qu'une diminution de la quantité de chromatine est nécessaire à l'œuf vierge pour la fécondation ; mais on n'en a aucune d'admettre qu'il en soit de même pour le spermatozoïde ou pour l'œuf fécondé. Cependant, la réduction quantitative est la même pour les éléments sexuels des deux sexes.

D'autre part, il ne semble pas que la *quantité absolue* de chromatine soit le point important dans la physiologie de la cellule : ce qui entre en jeu, c'est plutôt la *quantité relative*, le rapport entre la quantité de chromatine et celle de cytoplasme. L'énergie pouvant résulter de l'abondance de la chromatine (en raison de sa teneur en phosphore)

dépend de la masse de cytoplasme dans laquelle elle se dépense.

Or, si l'on envisage non plus m , mais le rapport $\frac{m}{c}$, tout ce que l'on a admis relativement à la réduction quantitative devient inexact.

Premièrement, le rapport est indépendant de l'existence ou de l'absence d'une période de repos précédant la division. S'il y a une période de repos, $\frac{m}{c}$ devient $\frac{2m}{c}$; chaque cellule fille reçoit :

$$\frac{\frac{1}{2} 2m}{\frac{1}{2} 2c} = \frac{m}{c}.$$

S'il n'y a pas de période de repos, chaque cellule fille reçoit :

$$\frac{\frac{1}{2} m}{\frac{1}{2} c} = \frac{m}{c}.$$

Par contre, le rapport dépend de la nature égale ou inégale de la division. Pour le spermatozoïde, où les divisions maturatives sont égales, le rapport $\frac{m}{c}$ reste le même que dans le cyte de premier ordre, et ces divisions maturatives ne produisent aucune réduction relative. Pour l'œuf, au contraire, ces divisions sont très inégales ; les globules polaires ne reçoivent qu'une quantité négligeable de cytoplasme, en sorte que le rapport $\frac{m}{c}$ devient $\frac{1}{4} \frac{m}{c}$.

Chez l'œuf mur, la réduction relative est non de moitié, mais des trois quarts.

D'autre part, le rapport $\frac{m}{c}$ dépend de la nutrition, car, dans la période de repos précédant la division, m et c peuvent s'accroître inégalement.

Or, c'est précisément ce qui a lieu, pour l'œuf en particulier. Dans la multiplication des ovogonies, le rapport $\frac{m}{c}$ augmente progressivement. Mais quand vient l'accroissement de l'ovocyte de premier ordre, il diminue considérablement, car le noyau s'accroît beaucoup moins que le cytoplasme, et, en outre, son accroissement est dû, pour la plus grande partie, au suc nucléaire ; en sorte que *la réduction définitive, sans pouvoir être évaluée exactement, est certainement, par rapport aux dernières ovogonies, très supérieure aux $\frac{3}{4}$, égale peut-être aux $\frac{9}{10}$.*

Chez le mâle, au contraire, non seulement les divisions réductrices ne font pas fléchir la masse relative de chromatine, puisqu'elles sont égales, mais, dans l'accroissement du spermatocyte de premier ordre, le cytoplasme se développe beaucoup moins que dans l'œuf ; et surtout, dans la transfor-

mation de la spermatide en spermatozoïde, la presque totalité du cytoplasme passe dans la queue, et il n'en reste que très peu dans la tête, qui seule sera utilisée dans la fécondation; en sorte que, finalement, *pour le spermatozoïde, il n'y a point réduction quantitative relative, mais au contraire augmentation chromatique ou, si l'on veut, réduction cytoplasmique.*

En somme, la réduction quantitative relative étant la seule importante au point de vue fonctionnel, cette réduction manquant chez le spermatozoïde et se produisant chez l'œuf, en partie indépendamment des divisions maturatives, en partie par suite d'une particularité de ces divisions spéciale à l'œuf et manquant chez le spermatozoïde, *on ne peut admettre que ces divisions maturatives, envisagées dans leur ensemble, soient suffisamment expliquées par la nécessité de la réduction quantitative.*

3. *Réduction qualitative.* — La notion d'une réduction qualitative tire son origine de ce fait que les globules polaires, qui sont pour l'œuf un des produits des divisions maturatives, ne sont pas utilisés dans le développement de l'embryon, d'où le nom de *corpuscules de rebut* qui leur a été donné.

Diverses explications de l'utilité de cette réduction ont été proposées, mais aucune n'est pleinement satisfaisante. Voici les principales :

a) Elle a pour but d'enlever à l'œuf la chromatine d'origine paternelle, au spermatozoïde celle d'origine maternelle pour développer en eux leur polarité sexuelle propre. De graves objections se dressent contre cette conception.

D'abord, elle ne repose sur aucune observation positive. On a vu parfois les chromosomes paternels et maternels rester distincts dans l'œuf fécondé, mais on n'a jamais pu les distinguer dans l'œuf de la génération suivante. En outre, Weismann a fait remarquer que l'élimination des chromosomes du sexe opposé se concilie mal avec le fait que chaque conjoint peut transmettre au produit les caractères héréditaires particuliers de la lignée ancestrale du sexe opposé. Enfin, Francotte a vu, chez une Planaire, un globule polaire, particulièrement gros, être fécondé tout comme un œuf normal.

b) Elle a pour but d'éliminer des substances inhibitrices de la fécondation et du développement.

L'observation ci-dessus de Francotte va à l'encontre de cette idée. Chez les Conjuguées, la réduction ne s'opère qu'après la conjugaison, pendant la division du zygote. Enfin et surtout, chez le mâle, les quatre produits de la réduction sont également fonctionnels.

c) Elle a pour but d'éliminer une partie des plasmas ancestraux pour élargir la gamme des variations individuelles (Weismann).

Il serait trop long de discuter ici cette question. Je l'ai fait ailleurs et me contenterai de faire remarquer que cette opinion est entièrement hypothétique.

Ainsi, rien ne démontre la nécessité ou même l'utilité d'une réduction qualitative.

La réalité de son existence semble appuyée sur une observation histologique. Voici le fait :

Tandis que dans toutes les autres divisions indirectes, quelles qu'elles soient, les chromosomes des cellules filles proviennent de la division longitudinale de ceux de la cellule mère, dans une des divisions maturatives, ils proviennent de leur division transversale. Or, il semble, au premier abord, naturel de penser que la division longitudinale est une précaution spéciale prise pour éviter toute différence qualitative entre les deux moitiés, et que, par conséquent, la division transversale comporte une différence de cette nature.

Chez quelques animaux, cependant, cette division transversale semble manquer (*Ascaris*, divers Vertébrés). Aussi s'est-on donné beaucoup de mal pour la retrouver chez eux. Sabachnikov (en 1897), chez l'*Ascaris*, Montgomery (en 1901) chez les Vertébrés, y sont à peu près arrivés. Ce dernier a montré que les deux moitiés du chromosome, dans l'une des divisions longitudinales, ne sont pas les deux parts d'un même chromosome, mais représentent deux chromosomes distincts, momentanément rapprochés dans une sorte de copulation.

Ainsi, les divisions maturatives auraient pour but de produire une réduction qualitative, et ce qu'il y a de tout à fait spécial dans ces divisions, c'est-à-dire l'intervention d'une division transversale, serait en rapport avec cette réduction qualitative et destiné à la produire.

Je ferai remarquer d'abord que toute cette conception repose sur l'idée que la constitution des chromosomes varie dans le sens de la longueur et ne varie pas dans le sens de l'épaisseur. Or, c'est là une pure hypothèse, qui n'a d'autre fondement qu'une grossière assimilation des chromosomes avec des objets de toute autre nature, comme une canne, une épée, un porte-plume, ou encore une branche d'arbre ou le corps d'une anguille.

Tout fin qu'il est, par rapport à nous, le chromosome peut fort bien présenter des différences de structure dans le sens de l'épaisseur. Même s'il est formé d'une simple file de microsomes, il peut en être de même; car ces microsomes, si petits par rapport à nous, sont sans doute, par rapport aux particules élémentaires qui les constituent, des microcosmes, où des différences de structure très notables peuvent trouver place. Inversement, aucune constatation positive ne permet d'affirmer que les microsomes soient qualitativement différents

les uns des autres, ni que le filament chromatique présente dans sa longueur des différences essentielles de constitution.

Rien donc ne nous autorise à dire que le chromosome est homogène en épaisseur, ni hétérogène en longueur. Je dirai même que, selon toute probabilité, c'est le contraire qui est vrai. Et j'en donnerai deux raisons :

a) Quand le filament chromatique se fend en long, ses deux moitiés commencent à s'écarter l'une de l'autre, avant qu'aucun filament achromatique capable (si tant est qu'ils le soient jamais) de les tirer se soit formé et fixé sur eux. Ce qui les écarte ne peut donc être qu'une *force répulsive* ; et une force de ce genre ne peut se développer entre eux que s'ils présentent une différence de quelque nature. Les deux moitiés d'un tout homogène ne sauraient se repousser.

b) Dans l'évolution ontogénétique, toutes les divisions indirectes sans exception se font avec division longitudinale des chromosomes, et cependant elles marchent de pair avec la différenciation progressive des éléments. L'idée que cette différenciation serait due tout entière à la place des cellules dans le complexe embryonnaire (O. Hertwig, n'est pas admissible : l'effet est hors de proportion avec la cause, surtout pour les cellules très voisines que l'on voit subir des différenciations opposées. L'observation embryogénique démontre que les deux cellules filles d'une même cellule mère peuvent recevoir à leur naissance des aptitudes évolutives différentes, malgré la division longitudinale des chromosomes. Rien donc n'empêche qu'il en soit de même pour les divisions maturatives.

Il résulte de là que, *s'il existe vraiment une réduction qualitative, elle n'est point liée à la division transversale des chromosomes qui se présente dans les divisions maturatives* ; et que, par conséquent, *ce qu'il y a de spécial, de caractéristique chez celles-ci n'est pas expliqué par la nécessité d'une réduction qualitative.*

Ainsi, ni la réduction numérique, ni la réduction quantitative, ni la réduction qualitative ne rendent compte suffisamment des divisions maturatives et de ce qu'elles présentent de particulier.

Et cependant, leur nécessité est absolue.

Jamais on n'a vu un ovocyte de premier ordre accepter la fécondation et se développer. Jamais on n'a vu de spermatide féconder un œuf mûr. Mais la cause de cette nécessité nous échappe encore. Elle réside peut-être dans des phénomènes physico-chimiques, connexes des phénomènes morphologiques de la réduction chromatique, mais indépendants de ceux-ci¹.

4. *La fécondation.* — Avant d'aborder l'examen de l'interprétation des phénomènes que comporte la fécondation, il importe de préciser une distinction que j'ai établie dès mon premier travail sur la mérogonie et qui me paraît avoir une importance capitale.

La fécondation a un double but : 1° mettre l'œuf mûr en état de se développer et de former un être nouveau, c'est-à-dire déterminer l'*embryogénèse* ; 2° donner à cet être nouveau deux parents (au lieu d'un seul, comme dans la reproduction agame ou la parthénogénèse), c'est-à-dire introduire dans son évolution l'*amphimixie*, avec les avantages d'une double lignée ancestrale.

Embryogénèse et *amphimixie* sont deux choses qu'il faut absolument distinguer, si l'on veut acquérir des idées justes sur la fécondation et le développement.

Dans la fécondation normale, les deux buts sont atteints à la fois, et l'on ne voit pas, au premier coup d'œil, ce qui, dans les phénomènes qui la constituent, appartient au déterminisme de l'*embryogénèse* et à celui de l'*amphimixie*.

La tête du spermatozoïde contenant le noyau avec un peu de cytoplasme, et le segment intermédiaire, formé principalement du spermocentre et d'un peu de cinoplasme actif, entrent dans l'œuf formé d'un cytoplasme riche en réserves, contenant le noyau réduit avec un oxocentre et un cinoplasme sinon atrophié, du moins en état d'inhibition fonctionnelle. Les noyaux se fusionnent ; le spermocentre et le cinoplasme ambiant, unis peut-être au cinoplasme engourdi de l'œuf, forment l'appareil de division de l'œuf fécondé.

Qu'est-ce qui, dans tout cela, est nécessaire à l'*embryogénèse* ? Qu'est-ce qui est relatif à l'*amphimixie* ?

Pour le déterminer, il faut séparer les deux phénomènes.

Il est *a priori* impossible d'obtenir une *amphimixie* sans *embryogénèse*¹ ; mais on peut obtenir une *embryogénèse* sans *amphimixie* ou avec une *amphimixie* réduite.

On y arrive, d'une part, au moyen de la *parthé-*

d'un noyau puissant, digérerait les spermatozoïdes, et qu'il réunissait son noyau pour se mettre hors d'état de les digérer et pour se rendre apte à subir la fécondation. Les observations de spermatozoïdes pénétrant dans l'œuf non mûr et y attendant la maturation pour jouer leur rôle vont à l'encontre de cette idée, et son inexactitude est démontrée par le fait que les fragments anucléés d'œufs non mûrs sont inaptes à la mérogonie.

¹ Leeb a cependant suggéré l'idée de faire pénétrer le spermatozoïde dans l'œuf d'un animal appartenant à une espèce trop éloignée pour que la fécondation soit possible, et de faire développer cet œuf par les procédés de la parthénogénèse expérimentale. Mais rien ne dit que l'expérience réussirait et que le spermatozoïde ne resterait pas dans le cytoplasme comme un corps étranger inerte.

¹ Ivanzov (en 1897) a émis l'idée que l'œuf non mûr, muni

néogénèse expérimentale, de l'autre au moyen de la *mérogonie*.

Ces deux modes d'investigation vont nous montrer que les phénomènes morphologiques de la fécondation, en particulier la copulation nucléaire, sont relatifs essentiellement à l'amphimixie et que l'embryogénèse dépend de phénomènes physico-chimiques concomitants, encore peu étudiés.

Cela nous amène à la troisième et dernière partie de cette étude, celle qui est relative à l'examen de la fécondation au point de vue physico-chimique.

III. — LES PHÉNOMÈNES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA FÉCONDATION.

C'est, avons-nous dit, à la mérogonie et à la parthénogénèse expérimentale que nous devons le moyen de séparer ce qui, dans la fécondation, appartient à l'embryogénèse et ce qui est relatif à l'amphimixie.

1. *Mérogonie*. — Je passerai rapidement sur la mérogonie, et, des conclusions développées dans mon Mémoire, retiendrai seulement ceci : c'est que *la copulation nucléaire n'est pas nécessaire à l'embryogénèse*, puisqu'ici nous obtenons un embryon sans intervention d'un noyau femelle. Elle nous montre aussi que ce qui peut rester dans l'œuf de l'ovocentre et du cinoplasme qui l'entoure n'est pas nécessaire non plus. Mais elle ne nous dit pas si l'union du cytoplasme ovulaire avec le noyau et le spermocentre mâles ne suffit pas à déterminer un certain degré d'amphimixie, les expériences de Boveri n'étant pas suffisamment démonstratives à cet égard.

2. *Parthénogénèse expérimentale*. — La parthénogénèse expérimentale a ici un intérêt tout spécial, parce qu'elle nous montre une embryogénèse sans trace d'amphimixie.

Lorsqu'on la compare à la fécondation normale chez la même espèce animale, on voit que :

Fécondation = embryogénèse + amphimixie,
Parthénogénèse = embryogénèse :

et l'on est autorisé à penser que l'embryogénèse est, sinon identique, du moins très semblable dans l'un et l'autre processus, en sorte que *le déterminisme de la parthénogénèse expérimentale détermine celui de l'embryogénèse dans la fécondation*.

Examinons donc le déterminisme de la parthénogénèse expérimentale.

Avant Loeb, on avait fait déjà quelques essais dans ce sens, mais on sait que c'est lui surtout qui a contribué à la faire connaître.

Son procédé est bien connu : il place des œufs

murs et vierges dans des solutions de sels alcalins KCl, NaCl, MgCl², puis les reporte dans l'eau de mer, où ils se développent sans avoir été fécondés.

Ainsi que cela arrive souvent, ces expériences n'ont pas donné d'emblée leur résultat définitif et leur auteur a plusieurs fois varié dans ses interprétations.

a) Au début, il a cru à une action exclusive des ions métalliques, et émis l'idée que c'était en apportant ces ions à l'œuf que le spermatozoïde déterminait l'embryogénèse. L'essence de la fécondation, nous dirons, nous, celle de l'embryogénèse, eût été : *l'apport à l'œuf d'ions particuliers auxquels le spermatozoïde sert de véhicule*.

Diverses objections ont été élevées par d'autres et par moi-même contre cette interprétation, à laquelle le coup de grâce a été donné par mon fils et moi lorsque nous avons montré que, *tandis que MgCl² détermine la parthénogénèse chez l'oursin, la proportion de Mg est moindre d'environ 1 % dans le sperme que dans les œufs de cet animal*.

b) Mais, dès avant que ce résultat eût été publié, Loeb avait modifié sa manière de voir et admis, conformément aux idées de Bataillon, que les solutions salines agissent, non par la spécificité de leurs ions métalliques, mais par leur pression osmotique, en soustrayant de l'eau à l'œuf. On peut dès lors se demander si, dans la fécondation normale, le déterminisme de l'embryogénèse ne réside pas dans une soustraction d'eau opérée sur l'œuf par le spermatozoïde.

L'analyse des phénomènes semble confirmer cette vue. Le pronucléus mâle, à son entrée dans l'œuf, est considérablement plus petit que le pronucléus femelle, puisqu'il n'est autre chose que la tête du spermatozoïde. Mais, pendant son court voyage à travers le cytoplasme, il se gonfle considérablement et devient égal au pronucléus femelle. Pour cela, il se charge d'eau qu'il emprunte au cytoplasma ambiant ; il déshydrate donc celui-ci, tout comme ferait une solution hypertonique. Il est donc possible que ce soit là un facteur important et même suffisant du déterminisme de l'embryogénèse consécutive à la fécondation.

Réciproquement, il semble que l'eau du cytoplasme soit indispensable au pronucléus mâle pour son évolution dans l'œuf et que le cytoplasme se charge d'eau spécialement pour ce but.

J'ai fait à Roscoff, il y a quelques semaines, une série d'expériences, encore inédites, qui sont très suggestives à cet égard¹.

On se rappelle peut-être que j'ai fait connaître, dans un travail récent, l'existence d'une *maturation*

¹ Elles seront publiées dans le prochain numéro des *Archives de Zoologie expérimentale*.

cytoplasmique. J'ai montré qu'un fragment anucléé d'ovocyte de premier ordre, mis en présence du sperme, est absolument rebelle à l'embryogénèse, tandis qu'un fragment anucléé d'œuf mûr se prête aisément à la mérogonie. Dans ces nouvelles expériences, j'ai serré de plus près la question et montré ceci :

Chez l'*Asterias glacialis*, quel que soit le degré de maturité générale de la glande sexuelle, jamais l'œuf n'est mûr dans l'ovaire. Il y reste indéfiniment à l'état d'ovocyte de premier ordre, muni de sa vésicule germinative. Placé dans l'eau de mer, il y entre aussitôt en maturation et, en une heure ou deux, émet ses deux globules. Quand on suit le phénomène, on voit la vésicule germinatrice d'abord intacte, turgide, bien sphérique, à membrane parfaitement tendue. Puis, au bout de quelques minutes, on la voit s'affaisser peu à peu, perdre sa turgescence, se froisser; sa membrane, si évidente, s'estompe et bientôt disparaît; souvent, des traînées claires divergentes montrent que le suc nucléaire se répand dans le cytoplasme dès que la barrière qui le maintenait, la membrane nucléaire, a été forcée.

Eh bien, tant que la vésicule est turgide, tant que le suc nucléaire ne s'est pas répandu dans le cytoplasme, la fécondation des fragments anucléés est absolument impossible; dès que la vésicule a pris l'aspect froissé et les bords estompés, indices de la diffusion du suc nucléaire dans le cytoplasme, la fécondation mérogonique se fait avec la plus grande facilité. Et pourtant, à ce moment, non seulement il n'y a pas trace de globule polaire, mais rien n'est accompli encore des phénomènes qui caractérisent la réduction chromatique.

De là nous pouvons conclure :

1° Que la réduction chromatique de l'œuf n'est pas nécessaire à l'embryogénèse et n'est utile qu'à l'amphimixie;

2° Que la pénétration du suc nucléaire dans le cytoplasme est nécessaire, peut-être pour empêcher l'œuf de se développer parthénogénétiquement, sûrement pour fournir au pronucléus mâle l'eau nécessaire à son évolution dans l'œuf;

3° Que la définition différentielle des produits sexuels doit être complétée de la façon suivante : spermatozoïde petit, mobile, sans réserves, PAUVRE EN EAU; œuf gros, immobile, riche en réserves, RICHE EN EAU;

4° Que, dans la fécondation normale, au nombre des causes déterminantes de l'embryogénèse, on peut compter la soustraction d'eau au cytoplasme par le pronucléus mâle, qui l'absorbe, s'en imbibe, déshydrate le cytoplasme et, par là, communique à l'œuf l'aptitude à se segmenter.

Je ferai remarquer cependant que nous ne sa-

vons pas la composition du suc nucléaire et que, outre l'eau, il peut fournir au cytoplasme des substances diverses : sels, ions métalliques, gaz dissous, ferments spécifiques, etc., etc.

Les dernières expériences de Lœb, celles qui ont porté sur le *Chactopterus*, ont montré que la soustraction d'eau n'était pas le facteur unique de la parthénogénèse expérimentale. Il a pu, en effet, obtenir celle-ci avec des solutions de KCl hypotoniques par rapport à l'eau de mer; et il en revient à l'idée d'une action spécifique des sels, mais comprise autrement qu'au début : ce serait une action catalytique, accélératrice du développement. L'œuf aurait une tendance naturelle au développement parthénogénétique; mais, dans les conditions normales, son évolution serait si lente qu'il mourrait avant d'avoir pu entrer en développement; en accélérant le processus, les catalyseurs lui permettraient d'atteindre avant de mourir un stade assez avancé pour qu'il puisse continuer ensuite à évoluer par ses propres forces.

Mes récentes expériences sur l'*Asterias* confirment la notion d'une action spécifique des solutions salines et montrent que cette action est beaucoup plus considérable qu'on ne croyait.

On sait le rôle singulier que Bertrand a assigné au manganèse comme vecteur de l'oxygène dans les ferments oxydants. Guidé par certaines inductions théoriques fondées sur ce rôle du manganèse, j'ai essayé dans la parthénogénèse le chlorure de ce métal, et j'ai reconnu que *MnCl₂* a une action spécifique très supérieure à celle des sels alcalins, et qu'il détermine le développement dans des conditions où ces derniers se montrent inactifs.

J'ai trouvé aussi qu'un simple agent physique, la chaleur, peut déterminer la parthénogénèse, à la condition qu'on l'applique d'une manière particulière, en immergeant les œufs brusquement dans l'eau de mer entre 30 et 35°.

J'ai reconnu que les actions des différents agents s'ajoutent en général (chaleur, action spécifique des sels, hypertonicité, acidification très légère par HCl, etc.).

Enfin, j'ai constaté que tous ces agents ont, chez l'*Asterias*, une efficacité toute particulière quand on les applique au moment précis où la mérogonie devient possible, à ce stade où le suc nucléaire se répand dans le cytoplasme, véritable *stade critique*, où l'œuf se montre particulièrement sensible aux influences capables de déterminer son évolution.

Il résulte de là que, outre la pression osmotique, des agents variés sont capables de déterminer la parthénogénèse, et je comprends leur action d'une autre manière que Lœb. Pour moi, l'œuf vierge est dans un état d'équilibre instable. Sans aide, et dans

les conditions normales, il est incapable de se développer; mais il lui manque peu de chose pour qu'il puisse entrer en évolution, et ce quelque chose n'a rien de spécifique. Les excitants les plus variés peuvent le lui fournir : il suffit, pour qu'il se développe, de rendre plus excitant le milieu où il vit. Il répond aux excitations appropriées, quelle que soit leur nature, en faisant ce qu'il sait faire, se segmenter; comme la rétine répond aux excitations qu'elle reçoit, mécaniques, physiques ou chimiques, en donnant ce qu'elle sait donner, la sensation lumineuse. On peut aussi le rendre lui-même plus excitable, en substituant à son noyau et à son appareil ovocentrique inertes un appareil nucléaire et spermocentrique plus excitable : c'est ce qu'on fait dans la mérogonie.

De tous ces moyens de déterminer l'embryogénèse dans la parthénogénèse expérimentale, quel est celui qu'emploie le spermatozoïde dans la fécondation normale ?

Nous sommes encore hors d'état de le dire d'une manière précise, mais nous possédons déjà quelques indications.

Nous savons, de par les expériences de mérogonie, que le noyau mixte de l'œuf fécondé et son appareil centrique sont plus excitable que les organes similaires de l'œuf vierge; les expériences que j'ai faites avec mon fils montrent qu'un apport d'ions de magnésium par le spermatozoïde ne peut être mis en cause; nous venons de voir que la soustraction d'eau au cytoplasme par le pronucléus mâle très pauvre en eau est capable de jouer un rôle important; enfin, il est possible qu'intervienne l'apport par le spermatozoïde de ferments spécifiques, comme les expériences de Pieri (en 1899) et celles plus précises de Winckler (en 1900) semblent l'indiquer.

C'est vers la solution de ce problème que doivent tendre nos recherches relatives à la fécondation.

IV. — CONCLUSIONS.

Nous pouvons résumer en quelques propositions les conclusions principales de cette étude.

1° Une série assez complète de transitions relie la fécondation à la reproduction agame; mais cela ne nous permet pas d'affirmer que la phylogénèse de la fécondation s'est opérée suivant cette série.

On ne sait rien de positif sur l'introduction de la réduction chromatique dans le cycle de la fécondation.

2° Les divisions maturatives des éléments sexuels doivent avoir une raison d'être importante et générale; mais cette raison n'est pas tout entière contenue dans la réduction chromatique: la réduction numérique n'a pas besoin, pour s'opérer, d'une

opération spéciale; la réduction quantitative relative, la seule à considérer, n'a pas lieu pour le spermatozoïde (où elle est remplacée par une opération inverse); elle a lieu pour l'œuf, mais indépendamment des phénomènes chromatiques des divisions maturatives; la réduction qualitative n'a pas lieu pour le spermatozoïde, elle n'est pas démontrée pour l'œuf, et rien n'indique, si elle avait lieu, qu'elle dépendrait de la division transversale, qui constitue le caractère le plus saillant des divisions réductrices. Il doit donc y avoir, derrière les phénomènes morphologiques de la réduction chromatique, des phénomènes physico-chimiques qui restent à étudier.

3° Concurremment à la maturation nucléaire, il existe une maturation cytoplasmique, qui paraît consister dans la diffusion du suc nucléaire dans le cytoplasme à la suite de la destruction de la membrane de la vésicule germinative. Cette hydratation semble avoir pour effet : *a*, d'empêcher l'œuf de se développer parthénogénétiquement; *b*, de permettre la fécondation en fournissant au pronucléus mâle l'eau dont il a besoin. Réciproquement, le pronucléus mâle, en s'imbibant de l'eau du cytoplasme, déshydrate celui-ci et le place dans la condition requise pour le développement ultérieur.

4° Il y a lieu d'ajouter à la caractéristique différentielle des éléments sexuels la richesse en eau pour l'œuf, la pauvreté en eau pour le spermatozoïde, et à la caractéristique de la fécondation le déplacement d'une certaine quantité d'eau qui, venant de la vésicule germinative, dont elle constitue le suc nucléaire, diffuse dans le cytoplasme auquel le pronucléus mâle l'emprunte pour s'hydrater, en même temps qu'il déshydrate le cytoplasme.

5° Il convient de distinguer dans la fécondation normale deux opérations absolument différentes et séparables: l'embryogénèse ou formation d'un embryon, et l'amphimixie ou participation de deux parents à la formation de cet embryon.

6° Le déterminisme de l'embryogénèse et celui de l'amphimixie sont essentiellement différents. C'est à cette dernière, presque exclusivement, qu'appartiennent les phénomènes morphologiques qui ont surtout fixé l'attention.

7° La mérogonie et la parthénogénèse expérimentale démontrent que la copulation nucléaire et les phénomènes morphologiques qui l'accompagnent ne sont point nécessaires à l'embryogénèse. Les facteurs de cette dernière ne sont point spécifiques. Elle peut être déterminée par des excitants de nature très variée, physiques, chimiques et biologiques. Il reste à déterminer lesquels, parmi les nombreux excitants possibles, interviennent effectivement dans la fécondation normale: un apport d'ions métalliques par le spermatozoïde semble peu

probable, l'intervention d'une série d'hydratations et de déshydratations par un déplacement d'eau est à peu près démontrée, celle d'un apport de ferments spécifiques mérite d'être recherchée avec soin.

Telles sont, Mesdames et Messieurs, les quelques idées que j'ai cru devoir vous soumettre dans cet entretien.

La brièveté du temps qui m'était accordé ne m'a pas toujours permis de prendre toutes les précautions oratoires nécessaires quand on présente, comme je l'ai fait, des conceptions passablement révolutionnaires, de faire les réserves et les restrictions qui eussent convenu. Je n'ignore point les grosses objections que l'on peut faire à certaines de mes théories. Ce n'est pas ici le lieu de les discuter.

Même si je ne suis point parvenu à vous convaincre que tous les opinions développées ici sont justes, je serai cependant satisfait si j'ai pu attirer votre attention sur quelques points trop négligés, jeter dans votre esprit quelques doutes touchant la valeur de certaines explications trop facilement acceptées, provoquer des expériences pour contrôler mes vues; mais surtout si j'ai réussi, car c'était là principalement le but de ce plaidoyer, à vous convaincre que l'on consacre trop de temps à l'observation des phénomènes morphologiques, et que l'on ferait faire de plus grands progrès à nos connaissances biologiques, si l'on se préoccupait davantage de rechercher les conditions physico-chimiques des phénomènes biologiques, car c'est en elles qui résident leurs causes actuelles.

Yves Delage,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

LA FRANCE EN AFRIQUE

Pour s'exercer utilement, l'action coloniale de la France ne devrait pas s'éparpiller sur toute la surface du globe. Et c'est là, cependant, une tendance fâcheuse de notre époque, dont les conséquences peuvent nous être funestes.

Notre domaine colonial, aujourd'hui quinze fois grand comme la France continentale, est disséminé un peu partout dans le monde. Tel qu'il est, il excède déjà, pour le présent au moins, nos facultés colonisatrices; et, cependant, nous rêvons encore d'annexions nouvelles! Cela tient à ce que nous n'avons pas l'habitude d'examiner la question coloniale dans son ensemble, nous contentant de considérer séparément chaque colonie en particulier.

Tout nous y porte, d'ailleurs. D'abord, l'émiettement de notre administration coloniale en plusieurs ministères: Intérieur pour l'Algérie, rattachée à la France; Affaires étrangères pour la Tunisie, pays de protectorat; et Colonies pour les autres; sans parler des questions spéciales traitées encore par d'autres ministères: Guerre, Marine, Travaux publics, Agriculture, etc. Ensuite, la pénurie d'hommes connaissant toutes les colonies et la difficulté d'embrasser un aussi vaste champ.

Aussi, en résulte-t-il un manque absolu d'unité de vues; aucune tradition n'est suivie, pas le moindre esprit de suite ne nous dirige. Partout on peut voir des institutions précaires, modifiées au jour le jour, au caprice des tiraillements de l'opinion publique locale ou de la politique intérieure de la Métropole.

L'étude de l'ensemble de notre France extérieure, comprenant toutes nos possessions d'outre-mer, — car il serait puéril d'objecter que l'Algérie et la Tunisie ne sont pas des colonies et ce serait vraiment jouer sur les mots, — ne tente, à la vérité, personne, et chacun prétère se consacrer à une colonie ou, tout au plus, à un groupe de colonies, comme c'est le cas au Pavillon de Flore.

Qui le ferait avec autorité et efficacité, d'ailleurs? Le ministre des Colonies? Mais nous avons dit que l'Algérie et la Tunisie lui échappaient totalement. Le président du Conseil? Nous savons tous que les absorbantes préoccupations de la politique intérieure ne lui en laissent pas le loisir, et l'on peut en dire autant du Président de la République et du Conseil des ministres.

En réalité, il n'y a aucune centralisation, aucune direction. A la tête de chaque colonie, sont placés de hauts fonctionnaires, Gouverneurs ou Résidents, animés du plus grand désir de bien faire et qui, sachant la Métropole fort insoucieuse à l'égard de ses possessions coloniales, s'efforcent d'attirer son attention et de gagner ses sympathies au profit de la colonie qu'ils administrent. D'une façon générale, il leur est plutôt désagréable de s'abstraire de cette préoccupation, fort légitime d'ailleurs, pour essayer de déterminer dans quelle mesure il conviendrait d'envisager l'importance relative de leur colonie. Certains croiraient même, en le faisant, sortir de leur rôle ou manquer à leur devoir.

Aussi, assistons-nous à des revirements continus dans les sentiments de popularité dont

jouissent successivement nos diverses possessions, selon la popularité que leurs Gouverneurs ont su acquérir. Les uns ont atteint ce but par leur ascendant personnel, par la sympathie qu'ils savaient inspirer à tous, tel le général Gallieni; les autres, par leur facilité à fermer les yeux sur beaucoup de choses et à prendre des initiatives... hardies, tel M. de Lanessan; d'autres, enfin, par le grand crédit politique dont ils jouissent au Parlement, tel M. Doumer. Tous ont contribué, à leur façon, au développement et à la prospérité de la colonie dont ils avaient la charge, mais, il faut bien le dire, trop souvent au détriment d'autres possessions momentanément placées en des mains plus faibles ou moins habiles.

I

Ainsi, notre France extérieure, notre France coloniale, marche à l'aventure, un peu par la vitesse acquise et au hasard des circonstances, beaucoup par les impulsions diverses qu'elle reçoit. Mais pas une ligne directrice ne gouverne ses destinées. C'est ce qui explique, sans la justifier, la défaveur dont souffre actuellement notre Afrique française, alors que ses rivales, Madagascar et l'Indo-Chine, sont relativement si populaires.

El, cependant, comparativement à nos autres colonies, dispersées sur le globe et, quelquefois, comme perdues au delà des océans, isolées de la Métropole télégraphiquement et militairement, que d'avantages ne nous offre-t-elle pas?

Elle forme un tout, un ensemble complet, depuis les dernières conventions avec l'Allemagne et l'Angleterre. Et lorsque le Maroc, — qui, tôt ou tard, par la force des choses, tombera entre nos mains comme un fruit mûr, — viendra s'ajouter à la Tunisie et à l'Algérie, ce sera, avec nos autres colonies africaines, presque le tiers d'un continent que la Destinée aura placé sous notre domination.

M'avancé-je trop en considérant la question du Maroc si facilement résolue à notre avantage? Je ne le crois pas, si nous savons nous maintenir à notre rang de grande Puissance et si nous savons profiter des fautes ou des faiblesses de nos rivaux d'outre-Manche. Certes, au lendemain de Ladysmith, au moment des événements d'Insallah, l'occasion s'offrait belle pour nous et, peut-être, avons-nous eu tort de la laisser passer. D'autant plus qu'avec quelques concessions habilement faites aux Allemands en Chine, nous aurions facilement obtenu leur acquiescement. Mais il ne faut désespérer de rien et une occasion nouvelle peut se présenter demain. Appliquons-nous, en attendant, par une sage politique musulmane en

Algérie et en Tunisie, à nous concilier les esprits des gens du Maroc. Déjà, la classe bourgeoise de ce pays est lasse de l'anarchie qui y règne. L'exemple de la Tunisie, heureuse et prospère, peut les décider à nous accepter presque comme des libérateurs.

Au sud du Maroc, s'étend le pays des Maures, où la pénétration européenne a été presque nulle jusqu'à nos jours. On se souvient des difficultés rencontrées récemment par la Mission du *Matin*, confiée à la direction de M. Blanchet. Mais, quoique ces pays paraissent n'offrir que bien peu de ressources, il serait néanmoins utile de les étudier plus complètement, surtout au point de vue géologique, et de ne pas laisser inachevée l'œuvre commencée par Blanchet.

Puis, viennent nos possessions du Sénégal, Fouta-Djallon, Guinée française, Côte d'Ivoire et Dahomey, le Soudan et, enfin le Congo, qui s'y rattache par le Chari et le lac Tchad.

Toutes ces possessions constituent un immense domaine, presque d'un seul tenant, comportant bien quelques enclaves, colonies portugaises, anglaises et allemandes, mais formant néanmoins un véritable empire dont la possession n'est certes pas à dédaigner.

Dans un précédent article¹, j'ai brièvement exposé la situation favorisée qui nous était faite en Extrême-Orient par la possession de l'Indo-Chine française. Mais, combien cette colonie n'est-elle pas éloignée de la mère patrie; combien, en cas de conflit européen, ne s'en trouverait-elle pas isolée!

Et, qu'on n'oublie pas que la perte des grands empires a toujours eu pour cause leur dispersion et leur manque d'homogénéité. D'autre part, jamais le Français ne s'acclimatera véritablement dans cette presqu'île indo-chinoise, jamais il n'y fera souche. D'ailleurs, la place est prise: le pays est très peuplé, les Jaunes sont là chez eux, dans leur élément, très différents de nous, il est vrai, mais non pas nos inférieurs au sens propre du mot. Ils se façonneront très vite à notre contact, et je vois en eux des concurrents redoutables pour nous dans l'avenir.

En Afrique, au contraire, je vois des Noirs encore attardés au dernier échelon de la hiérarchie humaine, d'une domination facile et qui, de longtemps, ne songeront à réclamer impérieusement leur émancipation. Je vois, non point des civilisations différentes de la nôtre comme en Extrême-Orient, mais pas de civilisation du tout; je vois la possibilité de communiquer rapidement avec la France; je vois un premier essaimage des Français

¹ GERVAIS-COURTELLEMONT: La Rénovation de l'Asie. A l'occasion d'un livre récent, dans la *Revue générale des Sciences* d'13 décembre 1900, t. XI, n° 23, p. 1272 et suiv.

en Algérie et en Tunisie, précédant un deuxième essaimage vers les régions tropicales et équatoriales. Je vois, enfin, une grande diversité de climats dans cet immense domaine qui s'échelonne, en suivant les mêmes méridiens, sur plus de 50 degrés de latitude, du nord au sud, condition excellente pour les échanges et le trafic d'un pays à l'autre.

Nous avons peut-être trop de colonies, cela peut se discuter, mais ne nous restât-il un jour que celle-là, que cette Afrique française, dont nous méconnaissons trop l'importance, nous ne serions pas encore à plaindre.

Est-ce à dire que nous devrions abandonner ou même simplement négliger nos autres possessions pour favoriser celles d'Afrique? Non point, mais je pense qu'il conviendrait de les considérer comme très précieuses... pour l'avenir.

Je pense, d'ailleurs, que nous négligeons beaucoup trop toutes nos colonies en général. Telle cette Nouvelle-Calédonie dont d'autres, plus entreprenants ou plus avisés que nous, auraient certainement tiré un meilleur parti. Nous y possédons les plus importants gisements de nickel du monde et, au lieu de donner l'exemple de l'emploi de ce métal pour la monnaie divisionnaire, nous serons les derniers de l'Europe à l'adopter. Singulière aberration!

Nous négligeons beaucoup trop également la Tunisie, où la colonisation marche à tout petits pas, et nos colonies du Pacifique, Tahiti et ses sœurs, au point de les abandonner presque. On pourrait croire que nous avons totalement oublié nos vieilles colonies, la Réunion et les Antilles, et nous ne faisons rien pour la Guyane.

L'Indo-Chine et Madagascar jouissent seules d'une certaine popularité, grâce à l'activité de leurs gouverneurs, et nous nous en occupons un peu... mais si peu, en dehors, j'entends, des grands travaux publics, fruits de l'initiative gouvernementale.

Mais, hélas, à côté de cela, nous prêtons sans compter nos milliards à nos voisins. Voici les chiffres que je prends dans le beau livre du P. Piolet, *La France hors de France*, dans lequel il plaide la même cause avec une chaleur et une autorité très remarquables.

Nous avons prêté :

A la Russie	7 milliards.
A la Turquie	3 —
A l'Autriche-Hongrie	2 milliards 500 millions.
A l'Espagne et Cuba	3 — 600 —
A l'Italie	1 — 600 —
A l'Angleterre	1 —
A diverses Mines d'or, etc.	2 — 600 —
Total	21 milliards 300 millions.

Nous venons de souscrire pour une large part à l'emprunt allemand, et la Russie prépare un nouvel

emprunt auquel nous ne manquerons pas d'apporter encore notre écot.

Et dire que nous nous montrons si parcimonieux quand il s'agit de mettre en valeur notre propre domaine, notre domaine colonial, que la dixième partie de ces sommes que nous avons placées à l'étranger suffirait à mettre en valeur rapidement et fructueusement.

L'exemple des Anglais aux Indes devrait nous servir de leçon de choses, cependant : Ils n'ont pas craint d'y dépenser 5 milliards en travaux publics, chemins de fer, routes et hydraulique agricole; mais, outre qu'ils en retirent un intérêt annuel de 500 millions, ils bénéficient de l'immense trafic que ces travaux ont développé et qui fait vivre une flotte de dix mille vapeurs portant leur pavillon¹.

Il faut sortir de notre léthargie. Il faut nous décider à nous occuper activement de nos colonies ou les abandonner.

II

En Afrique, particulièrement, il faudrait étudier avec le plus grand soin le rôle que nous devons jouer, nous documenter sur la valeur de chaque province, sur leurs richesses révélées ou latentes.

Il fut un temps où l'opinion publique, en France, n'étant pas encore sollicitée par l'Indo-Chine et par Madagascar, portait toute son attention sur l'Afrique. L'idée d'un chemin de fer transsaharien, qui devait nous ouvrir les portes du Soudan, était alors très répandue. Lors du départ de la Mission Flatters, l'Algérie tout entière, par la voie de ses Conseils généraux, de sa députation et de ses assemblées locales, la presse métropolitaine, tout le monde, enfin, parlait du transsaharien, avec plus ou moins de faveur; mais la question intéressait.

Aujourd'hui que le Soudan est à nous, que Tombouctou et le Tchad sont définitivement entre nos mains, que nous avons accès au Congo par le Chari, que toutes nos possessions africaines sont reconnues, délimitées, nous paraissions nous désintéresser de cette même question.

Il est nécessaire de réagir et, après avoir, inconsiderément peut-être, parlé de cette entreprise comme d'une chose nécessaire et même indispensable, il conviendrait de ne pas subitement l'abandonner, uniquement parce que nous pensons à autre chose.

Après la conquête de la Tunisie, qui contribuait à nous rendre maîtres d'une importante partie de l'Afrique septentrionale, l'utilité de la relier à nos possessions de l'Afrique centrale et de la Côte occi-

¹ Discours de lord Dufferin à Calcutta.

dentale parut tout à fait évidente. A partir de 1889, cette idée a été poursuivie avec le plus grand esprit de suite, une ténacité et une opiniâtreté à toute épreuve, par quelques grands esprits et quelques grands cœurs que rien ne rebuta et qui, en s'intéressant si passionnément au développement de notre influence en Afrique, témoignèrent d'une grande clairvoyance de nos intérêts les plus essentiels.

Depuis longtemps la question avait été l'objet d'études très sérieuses. La Commission des grands travaux publics de M. de Freycinet avait retenu le projet très remarquable de l'ingénieur Duponchel; la Mission Choisy, puis les Missions Flatters, avaient travaillé dans le même but. On peut dire que, depuis 1889, et tout particulièrement sur l'initiative du Comité de l'Afrique française, les efforts les plus persévérants n'ont cessé d'être tentés.

La figure qui se détache avec le plus de relief dans la pléiade des explorateurs qui se vouèrent à cette œuvre de pénétration dans le continent noir est, sans contredit, celle de Foureau, et son nom est entré dans l'histoire, car, à lui revient le double mérite du long effort et du succès. Mais combien d'autres épopées à signaler, et quel long martyrologe !

En 1889, l'explorateur Crampel, qui s'était déjà distingué au Congo sous les ordres de M. de Brazza, forma le projet de se rendre du Congo en Algérie par le lac Tchad, c'est-à-dire de traverser dans toute son étendue, du sud au nord, notre domaine africain. Parti du Congo en mars 1890, il était tué dans des circonstances mystérieuses vers la fin d'avril, sans avoir atteint seulement le lac Tchad, tant étaient grandes les difficultés à vaincre.

Le 5 août de la même année, une convention signée entre la France et l'Angleterre étendait vers le sud, à travers le Sahara, l'arrière-pays de nos possessions méditerranéennes jusqu'à une frontière placée entre Say, sur le Niger, et Barraoua, sur le lac Tchad, de l'ouest à l'est. L'accès du lac nous était donc assuré diplomatiquement, mais avec quels territoires et dans quelles limites, voilà ce qu'il s'agissait d'établir par des reconnaissances et des prises de possession effectives. A cette tâche, se vouèrent d'abord les Missions Mizon et Monteil.

La première atteignit l'Adamaoua par le Niger et le Benoué, mais revint par la Sangha et le Congo, sans s'être approchée du lac Tchad.

Plus heureux, Monteil, après avoir traversé la boucle du Niger, puis franchi le fleuve à Say, le 25 août 1891, parvint à Kouta, presque sur les bords du lac Tchad, le 9 avril 1892. Il en repartit le 25 août pour remonter vers le nord en suivant les rives du lac et rentra en France par le Sahara et la Tripolitaine, merveilleux tour de force qui n'a

jamais été égalé, car il traversa de bout en bout ce Sahara tant redouté, dans un très modeste équipage et sans autre compagnon européen que l'héroïque Badaïre.

Mais les contrées entre le Niger et le Tchad restaient à explorer plus en détail. A cette œuvre, s'attachèrent les Missions Dybowski (1890-1891) et Maistre (1892-1893). Les résultats géographiques en furent très intéressants; mais il fallait obtenir, en outre, des résultats politiques. D'autant plus que l'Allemagne, désireuse d'assurer, elle aussi, l'accès du lac Tchad à sa colonie du Cameroun, envoyait dans la région des agents très actifs. Les efforts simultanés de ces agents et des nôtres rendaient la situation si confuse qu'un accord fut jugé nécessaire. Une délimitation fut faite, qui précisa la frontière demeurée provisoire depuis le 24 décembre 1885 (Convention du 15 mars 1894).

La frontière tracée par cet accord se prolongeait jusqu'au sud du Tchad, où elle était formée alors par le cours même du Chari, jusqu'au 10° degré de latitude.

Pour la politique française dans le Centre africain, cette convention avait deux sortes de conséquences: tout d'abord, en prolongeant jusqu'au Tchad l'arrière-pays du Cameroun, elle nous obligeait à renoncer à l'espérance que nous avions conçue de réunir un jour, par les territoires situés à l'est du lac, nos possessions de l'Afrique du nord et notre colonie du Congo; elle nous assurait, par contre, toute liberté d'action au sud du Tchad, dans les territoires situés à l'est du Chari et sur le Chari lui-même.

Malheureusement, elle nous écartait d'une façon définitive du Bornou, qui devenait ainsi l'apanage de l'Angleterre et de l'Allemagne. Il faut évidemment le regretter, car ce royaume jouit d'une excellente réputation. Les Arabes se plaisent à le représenter comme la meilleure contrée des environs du Tchad, les gens du Bornou sont très connus du monde musulman et notamment à la Mecque, où leurs « Metouafs » représentants sont très estimés. Dès le onzième siècle de notre ère, le Bornou comptait des lettrés et des philosophes célèbres. La population de ce royaume ne serait pas, paraît-il, d'origine nègre, mais arabe.

La voie fluviale du Chari était donc, désormais, notre voie d'accès du Congo au lac Tchad, et M. Gentil, administrateur colonial, ancien officier de marine, offrit, aussitôt après la signature de la convention franco-allemande, d'essayer de l'utiliser tout en travaillant à développer notre influence dans la région.

En 1895, le Gouvernement lui confia donc, sur sa demande, la mission de transporter un bateau démontable du bassin du Congo au lac Tchad. Le

montage et le lancement du *Léon-Blot* furent effectués par ses soins à Brazzaville, et il lui fit remonter le Congo, l'Oubanghi et la Tomi jusqu'à Krébedjé sur un parcours de 1.200 kilomètres. Démonté, puis transporté par voie de terre, à travers la forêt et la brousse, pendant 300 kilomètres, le *Léon-Blot* fut remonté et de nouveau lancé sur la Nana. Il redescendit alors ce cours d'eau, affluent du Gribingui, puis le Gribingui lui-même, et enfin le Chari jusqu'au lac Tchad, où il parvenait le 1^{er} novembre 1897.

En dehors de cet admirable résultat, M. Gentil avait en outre accompli une œuvre politique considérable. Il avait, au nom de la France, conclu un traité de protectorat avec le sultan de Baguirmi et installé un Résident dans la nouvelle capitale de cet État : Massénya. Il avait recueilli de nombreux renseignements sur la situation du bassin du Chari et sur les forces de Rabah, ancien esclave devenu potentat, qui s'était taillé un véritable empire sur les bords du Tchad.

Ici se place chronologiquement la malheureuse épopée de Marchand, dont je ne parlerai que pour mémoire, puisque cette œuvre de longue haleine, entreprise un peu aventurément et sans but très défini, menée sagement mais très lentement par un chef habile, eut à subir les pires vicissitudes du fait de l'extrême et déplorable versatilité de notre politique et de l'instabilité gouvernementale, si funeste à notre pays. La direction de cette campagne passa de mains en mains et reçut des impulsions très diverses. Elle n'eut pour résultat, malgré son éclatant succès matériel, que le douloureux et retentissant échec de Fachoda. Notre pavillon s'était glorieusement promené, nous comptions un héros national et populaire de plus, mais notre prestige en sortait singulièrement amoindri.

Les conventions franco-anglaises qui suivirent (14 juin 1898 et 21 mars 1899) tracèrent les limites de nos possessions du Centre africain, vis-à-vis de l'Angleterre tout au moins.

Depuis Barraoua, les rives du Tchad, au nord, nord-est, est et sud-est, étaient reconnues françaises. Le Cameroun allemand commence à l'embouchure (rive droite) du Chari; puis vient la possession anglaise du Niger jusqu'à Barraoua.

Pour se prémunir contre toute éventualité du côté de l'Allemagne et aussi de l'Empire ottoman qui, à la rigueur, pouvait demander la continuation de l'arrière-pays de la Tripolitaine jusqu'au Tchad, il importait de rendre plus effectives notre prise de possession et notre occupation des bassins du Chari et du lac Tchad. Ce fut l'œuvre à jamais mémorable de Gentil.

En février 1899, le Gouvernement prépara l'action combinée de trois Missions : l'une partant du

Niger (Voulet-Chanoine); la deuxième, partie de l'Algérie (Foureau-Lamy); la troisième (Mission Gentil), avec laquelle les deux premières devaient opérer leur jonction en convergeant vers le lac Tchad.

De douloureux et sanglants épisodes m'empêchent de m'étendre sur la marche de la première de ces Missions. Je me bornerai à dire que ses survivants purent rejoindre la Mission Foureau-Lamy et grossir le nombre des braves qui eurent raison de Rabah.

Quant à la Mission saharienne (Foureau-Lamy), je dois lui consacrer une mention tout à fait spéciale. Son chef, M. Foureau, poursuivait depuis vingt ans sa marche en avant, à la conquête du Sahara. Propriétaire des domaines de l'Oued-Rihr, au sud de Biskra, il avait converti en fertiles oasis des solitudes mortes et, grâce à la sonde artésienne, les palmeraies de dattiers avaient remplacé le désert stérile. C'est de son oasis qu'il partait tous les ans, patiemment, obstinément, s'avancant chaque année un peu plus au sud. Faiblement soutenu, il ne disposait jamais que de moyens insuffisants; mais son expérience saharienne n'en grandissait pas moins, et quand, en 1898, un concours de circonstances favorables lui donna les moyens de s'organiser comme il convenait, il était tout à fait préparé et en forme. Tout d'abord, un legs généreux assez important (140.000 francs), au lieu des infimes crédits qu'il réunissait d'habitude, échut à son entreprise. Le ministère de la Guerre y ajouta une escorte, des vivres, des munitions et un concours très utile pour le recrutement des chameaux. Tout fut préparé dans le plus grand secret et, le 23 octobre 1898, la Mission partait de Ouargla.

Après deux ans d'efforts, de luttes et de souffrances, le Sahara était vaincu. Foureau rentrait en France, ayant traversé l'Afrique centrale de l'Algérie au Congo, non plus en héros isolé comme les René Caillé, les Duveyrier ou les Monteil, mais avec une troupe admirablement outillée, pourvue d'un matériel scientifique complet et qui rapportait des observations précises et nombreuses.

Gloire donc à Foureau et à ses vaillants compagnons, sans excepter son malheureux camarade, le commandant Lamy, chef de son escorte militaire, qui, lui, n'est pas revenu, tombé au champ d'honneur, au combat de Kossouri, le 22 avril 1900, sous les balles des partisans de Rabah.

La contribution de la Mission saharienne à l'étude géologique des régions traversées est précieuse. Malheureusement, elle n'est pas très favorable et, à ce propos, il faut savoir gré à M. Foureau de sa franchise et de son désintéressement.

Après vingt années de labeur consacrées au succès d'une idée, il n'hésite pas à nous dire la

vérité toute crue, sans céder à la crainte d'amoin-drir son œuvre en en diminuant volontairement les résultats pratiques. C'est un rare exemple de courage stoïque et c'est le fait d'un homme qui veut voir autre chose que son intérêt personnel.

Il nous dit : le problème n'est pas résolu, nous sommes insuffisamment documentés, soyons prudents. Certes, il ne doute pas qu'il y ait un intérêt politique à réunir par une voie ferrée nos possessions de l'Afrique centrale à l'Algérie, si proche de la France et si forte. Il est d'avis qu'à moins d'impossibilité absolue, rigoureusement démontrée, il ne faut pas renoncer totalement à ce projet; mais il conseille de poursuivre nos investigations et nos études préliminaires, afin d'essayer de marcher à coup sûr. Combien je préfère ces sages avis à l'ardeur de ceux qui, comme M. Paul Leroy-Beaulieu, dans son article de la *Revue des Deux Mondes* du 1^{er} Juillet 1899, jettent feu et flammes et voudraient nous voir nous lancer tête baissée dans cette entreprise.

Certes, je reconnais volontiers avec lui que le grand instrument de défense, comme le grand instrument de civilisation et de commerce, est la voie ferrée. J'ajouterai même que nos possessions du Soudan central sont peut-être très favorables au développement des cultures riches, car, en matière d'agriculture tropicale, quelle que soit la qualité de la terre, du moment où l'on dispose d'une main-d'œuvre abondante et à bon marché, on peut obtenir d'excellents résultats par les amendements, les procédés de culture scientifiques, etc. Nous en avons d'admirables exemples à Java, en Birmanie et aux Indes.

Mais, néanmoins, toutes ces questions demandent à être étudiées très attentivement avant de rien entreprendre. Il faudrait donc, à mon avis, organiser de nouvelles Missions d'études. En première ligne, une Mission géologique, qui nous dirait si, oui ou non, nous pouvons compter sur des richesses minières quelconques, nous renseignerait sur l'importance des gisements de nitrate, etc.

D'autres recueilleraient des renseignements précis et certains sur les questions agricoles et commerciales, et l'on pourrait se faire, en parfaite connaissance de cause, une opinion raisonnée sur le chemin de fer transsaharien, sur son coût probable et sur son avenir.

A propos de son prix de revient, M. Paul Leroy-Beaulieu nous parle de 250 millions; mais il me paraît un peu risqué d'avancer aucun chiffre en l'état actuel de nos connaissances. En dehors de la question de construction proprement dite, il y a également lieu de se préoccuper de la question d'exploitation. Ne conviendrait-il pas de rechercher, par exemple, des procédés spéciaux de

chauffage au pétrole ou à l'alcool, toutes choses de nature à modifier considérablement les données économiques du problème?

Mais le point essentiel, la donnée capitale est, avant tout, de savoir si l'on peut espérer quelque adjuvant de trafic, sur le parcours saharien, de richesses minières encore inconnues. Là est certainement le nœud de la question, et, cette éventualité écartée, on prendrait définitivement un parti et l'on déciderait s'il faut continuer quand même et se lancer dans cette entreprise considérable, si importante pour le développement de notre action en Afrique et, par contre-coup, dans le monde entier.

En effet, notre puissance militaire s'en trouverait si considérablement accrue, tant par les contingents noirs que nous pourrions y recruter que par la solidité de l'organisation que cela nous donnerait, que l'on ne peut, sans y bien réfléchir au préalable, abandonner radicalement cette idée pour la classer au rang des utopies irréalisables.

III

Pendant que les trois Missions du Centre africain opéraient si brillamment et avec tant de succès, une action fort intéressante portait également notre domination dans l'Extrême Sud Oranais, jusqu'à Insalah.

Depuis plus de douze années, bien que ne disposant que de ressources presque dérisoires, un géologue de l'École supérieure des Sciences d'Alger, M. Flamand, poursuivait modestement ses études de géologie saharienne dans le Sud oranais. Sa persévérance avait fini par triompher de l'indifférence ordinaire et il avait réussi à intéresser à son œuvre M. Jules Cambon, alors gouverneur général de l'Algérie.

Flamand s'appuyait, dans ses pérégrinations, sur les grands chefs indigènes du Sud et, grâce à eux, il était sur le point de pénétrer pacifiquement à Insalah, lorsque M. Cambon quitta l'Algérie. Son successeur, M. Lépine, commit quelques imprudences dans sa politique à l'égard de ces grands chefs et toute pénétration au Touat fut momentanément impossible.

Ce n'est que sous l'administration de M. Laferrière, qui lui succéda, que M. Flamand put reprendre sa marche, pourvu, cette fois, d'une escorte militaire, très suffisante pour le protéger contre une surprise des bandes pillardes, mais tout à fait insuffisante pour une action militaire quelconque. Les instructions qu'il emportait étaient, d'ailleurs, absolument précises et sa Mission devait être toute pacifique.

Le hasard en décida autrement et une attaque des gens d'Insalah, fort heureusement et presque

miraculeusement repoussée par nos troupes, amena la conquête de l'oasis, conquête que des renforts arrivés ensuite ont affirmée et considérablement étendue. C'est là une nouvelle étape franchie, un nouveau bras tendu vers le Centre africain, une nouvelle base d'opérations.

D'autre part, la réunion, sur les bords du lac Tchad, des trois Missions de l'Afrique centrale nous a permis d'en finir, une fois pour toutes, avec Rabah. Ses troupes, déjà vaincues une première fois par Gentil et le capitaine Robillot au combat de Kouno, le 29 octobre 1899, furent définitivement écrasées, et Rabah lui-même décapité au combat de Kossouri.

Il importait donc, en présence de tous ces événements, de parachever notre victoire de Kossouri et de débarrasser à jamais les rives du Tchad et du Chari de ces pirates qui, depuis plusieurs années, ravageaient le pays, portant partout la dévastation et la mort.

Il semble que Gentil, victorieux, mais presque sans hommes et sans ressources, eût dû être rapidement secouru, comme il le demandait. C'est un peu le contraire qui fut fait, telle est l'indifférence qui règne au sujet des choses d'Afrique. Dans une lettre datée de Gribingli, le 21 novembre 1899, Gentil, en rendant compte du combat de Kouno, demandait des renforts et terminait en ces termes :

« Quand les moyens manquent, on peut toujours mourir. C'est ce qu'ont fait Crampel, Bretonnet et bien d'autres. Ils ont puisé leurs forces dans l'idée du devoir qui les a poussés jusqu'au bout. C'est par devoir que je parle comme je fais. Si nous nous devons au Pays, corps et âme, lui, se doit à nous. Les moyens dont nous disposons actuellement sont insuffisants. C'est à vous et au Parlement de décider si on nous les fournira. Quant à nous, il ne nous reste qu'à attendre ».

Cette lettre est parvenue au ministre des Colonies

le 23 avril 1900 et les renforts demandés si instamment ne sont partis qu'au mois d'octobre!

Il est vrai que le Ministère, en plein feu d'inauguration de l'Exposition, redoutant le moindre choc avec le Parlement, n'osa pas lui demander des crédits pour le Chari. Il attendit les vacances pour les demander, à titre extraordinaire, au Conseil d'État, qui les lui accorda... en octobre; le décret les mettant à la disposition du Ministre fut signé le 6 octobre, et la régularisation de l'opération, demandée au Parlement, fut accordée à la rentrée.

Tout a bien fini, fort heureusement. Après cinq années d'efforts persévérants, M. Gentil a pu achever la conquête du Chari, et l'on ne peut que rendre hommage à son énergie et à sa ténacité admirables, qui n'ont d'égales que son désintéressement et sa modestie.

Il est aujourd'hui de retour en France et ses explications verbales trouveront peut-être plus d'écho que ses lettres. Espérons qu'il arrivera à secouer l'inertie gouvernementale et qu'une ère nouvelle s'ouvrira pour l'Afrique française; que des Missions d'études vont être envoyées pour nous permettre de déterminer sciemment le rôle à jouer par la France dans ces contrées, que je veux espérer assez riches pour justifier l'effort immense que nous avons fourni depuis quelques années.

Les hommes de cœur et de bonne volonté ne manquent pas pour cela. Il suffira de vouloir les employer. S'il s'agit de géologie saharienne, n'avons-nous pas Flamand, géologue et saharien, qui ne demande qu'à continuer son œuvre momentanément interrompue par les coups de fusils, à Insalah? S'il s'agit d'étudier les ressources agricoles ou commerciales, les hommes compétents désireux de se distinguer ne manquent pas non plus. Qu'on se mette donc énergiquement et courageusement à l'œuvre.

Gervais-Courtellemont.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

I. — QUESTIONS GÉNÉRALES.

§ 1. — Sérothérapie du cancer.

Depuis les recherches de Richet et Héricourt, qui considéraient comme sérum anticancéreux le sérum d'animaux auxquels ils avaient injecté le produit du broiement d'une tumeur fraîchement enlevée, le silence s'était fait sur la sérothérapie du cancer. Ce sérum exerçait certainement une action favorable, mais n'amenait jamais la guérison; son action était banale et comparable, comme le montrèrent les expériences d'Arloing et Courmont, à celle des injections de sérum d'animaux non inoculés, qui donnaient des résultats identiques. On ne pouvait parler de sérothérapie du cancer.

La question vient d'être reprise cette année par de Wlaëff, qui, pensant que les tumeurs malignes sont le résultat de l'action de blastomycètes, se sert d'un sérum obtenu par des inoculations à des oiseaux, pigeons, poules, oies, animaux réfractaires aux blastomycètes.

A en croire les premières communications faites, on aurait possédé un sérum anticancéreux. En réalité, il ne s'agissait encore que d'améliorations temporaires comparables à celles qu'on obtient par l'injection hypodermique ou intra-musculaire de bromhydrate ou de chlorhydrate de quinine, méthode conseillée par Jaboulay, puis par Launois, et dont nous avons pu constater les bons effets dans certains cas.

§ 2. — Le cytodiagnostics en Chirurgie.

Le cytodiagnostics est un moyen de diagnostic qui consiste à reconnaître la qualité des éléments cellulaires contenus dans un liquide et à en tirer des conclusions au point de vue de la nature de la maladie. Il repose sur cette notion que les séreuses réagissent différemment suivant la nature de l'agent irritant.

Etudié surtout au point de vue de la différenciation des pleurésies par Widal et Ravaut, le cytodiagnostics peut être utile dans certains cas chirurgicaux.

Dans l'hémithorax, l'existence de leucocytes polynucléaires après le vingt-quatrième jour ou leur présence en nombre plus considérable que le total des lymphocytes et des mononucléaires, seraient l'indice d'une infection de l'épanchement (Tuffier et Milan).

Les *hydarthroses tuberculeuses* sont à lymphocytes (Achard et Loeper).

Les *hydrocèles* diffèrent suivant leur nature :

dans l'hydrocèle symptomatique d'une vaginalite blennorragique, on trouve des polynucléaires; dans l'hydrocèle tuberculeuse, des lymphocytes; dans l'hydrocèle dite idiopathique, de rares éléments cellulaires se présentant avec l'aspect de grandes cellules endothéliales, isolées ou en placards.

Ces quelques faits suflisent, croyons-nous, à montrer qu'il y a là un champ de recherches qui permettront peut-être, dans l'avenir, d'utiliser, avec grands avantages, en Chirurgie, le cytodiagnostics.

§ 3. — L'hémodiagnostic en Chirurgie.

Une série de travaux publiés cette année en Amérique par Th. Dunham, H. Stuart, Maclean, H. Cushing, Da Costa et Kallteyer, Cabot, Blake et Hubbard, rapprochés de l'étude d'une série de cas examinés dans notre service par J. Silhol, montrent ce qu'on peut tirer de l'hémodiagnostic.

Trois recherches doivent être faites sur la goutte de sang que l'on veut examiner. Il faut : 1° Mesurer la quantité d'hémoglobine; 2° Faire une numération des globules rouges et blancs; 3° Faire des préparations sèches pour distinguer les variétés de leucocytes et aussi les changements de forme des hématies.

Ces constatations nous ont permis, à Silhol et à moi, de faire, dans des cas difficiles, le *diagnostic différentiel du cancer et de l'ulcère de l'estomac*. Nous croyons qu'on est autorisé à dire qu'un malade atteint d'affection gastrique a un néoplasme quand il présente le type suivant :

Diminution considérable de l'hémoglobine, réduite à moins de la moitié;

Diminution notable du nombre des hématies. Leucocytose marquée, au moins 15 à 20.000. Si les mononucléaires sont dans une proportion élevée, c'est une raison de plus, car cette proportion indiquerait la participation ganglionnaire;

Globules rouges inégaux, présentant une proportion élevée des formes extrêmes, petites et grosses, déformés, si bien que, dans un champ microscopique, ils sont extrêmement dissemblables.

Dans les *suppurations*, l'examen du sang nous a, de même, paru donner des résultats constants. Sauf les suppurations tuberculeuses, elles s'accompagnent toutes de leucocytose polynucléaire.

II. — ANESTHÉSIE.

§ 1. — Injections sous-arachnoïdiennes.

Les nombreux travaux, parus au cours de l'année qui vient de s'écouler, sur la *rachicocainisation*,

nous obligent à revenir sur cette question que nous avons déjà abordée dans notre Revue l'an dernier. Violamment attaquée par quelques chirurgiens, la rachicocainisation a été défendue avec vigueur par d'autres, qui ont peut-être nu quelque peu à la cause qu'ils soutenaient, parce qu'au début ils ont cherché trop systématiquement à laisser dans l'ombre les inconvénients de cette méthode d'anesthésie.

Aux cas de morts de Dumont, Goilaw, Henneberg, Jonnesco, Julliard, Keen, Tuffier, relatés par Reclus à l'Académie de Médecine, on peut ajouter ceux de Bousquet, de Rouff, communiqués au cours de la discussion qui eut lieu cette année à la Société de Chirurgie, si bien qu'il semble dès aujourd'hui que la mortalité consécutive à ce mode d'anesthésie soit au moins aussi grande que celle qui suit les inhalations chloroformiques. Quant aux accidents moindres que nous avons, il y a un an, signalés d'après nos propres observations et que les propagateurs de la rachicocainisation avaient passés sous silence (affaiblissement, pâleur de la face, accélération du pouls, élévation de la température, vertiges, céphalée, vomissements, quelquefois même raideur de la nuque), ils sont aujourd'hui reconnus par tous les chirurgiens; chez quelques malades, à ces symptômes se sont même ajoutés des tremblements généralisés, une rachialgie intense, une perte des réflexes patellaires, en un mot des symptômes de méningite légère. Ces faits ont été scientifiquement étudiés par deux élèves de Vidal, Ravaut et Aubourg, qui, pour diminuer l'intensité de la céphalée, ont pratiqué, quelques heures après l'opération, une nouvelle ponction lombaire, espérant ainsi débarrasser le malade d'une certaine quantité de cocaïne libre dans le liquide céphalo-rachidien (ce qu'ont démontré les examens chimiques) et peut-être aussi diminuer la tension du liquide, qui pouvait être augmentée.

Leurs recherches ont montré que la tension céphalo-rachidienne était considérablement augmentée dans les cas de céphalée intense, qu'elle l'était peu lors de céphalée très légère. De plus, l'examen du liquide a établi que l'injection était toujours suivie d'un certain degré d'inflammation, caractérisée par une très légère réaction polynucléaire dans les cas sans accidents, par la présence d'un véritable culot de pus et même par la formation d'un coagulum fibrineux lors de céphalée intense.

Il semble que la cocaïne agisse comme une toxine sur l'enveloppe arachnoïdo-pié-mérienne. L'innocuité absolue de ces injections sous-arachnoïdiennes de cocaïne reste donc encore à démontrer, et sur ce point nous ne sommes pas plus

avancés que l'an dernier. Aussi Bier, l'inventeur de la méthode, conclut-il, au dernier Congrès allemand de Chirurgie, que nous ne possédons pas encore une méthode susceptible d'être recommandée aux praticiens.

§ 2. — Injections épidurales.

A côté de l'injection sous-arachnoïdienne de cocaïne, faite dans le but de déterminer une anesthésie suffisante pour permettre la pratique des opérations chirurgicales, nous devons parler de la méthode des *injections épidurales*, pratiquées par la voie sacro-coecygyenne. Inutilisables pour l'analgésie chirurgicale, ces injections épidurales suppriment la douleur dans certaines affections médicales : sciatique, lombago, zona, etc. Pour les pratiquer, il suffit d'enfoncer une aiguille de 1 à 4 centimètres, obliquement en haut et en avant, entre les tubercules sacrés inférieurs, à un travers de doigt de l'origine du pli interfessier. Le liquide diffuse dans l'espace épidural jusqu'au niveau de la région dorsale et même de la cervicale, agissant soit directement sur les troncs nerveux, soit en provoquant des phénomènes de vaso-constriction.

III. — CHIRURGIE DE LA SURDITÉ.

Depuis quelques années, on a beaucoup parlé du traitement chirurgical de la surdité. Partant de ce principe que, si l'oreille interne est saine, la surdité provient d'un obstacle à la propagation des sons siégeant dans l'appareil transmetteur (caisse du tympan, osselets, etc.), on a successivement perforé le tympan rigide et épaissi, réséqué le tympan, le marteau et l'enclume, sectionné des adhérences de la caisse, fait l'évidement pétro-mastoïdien.

On a obtenu quelques succès; mais, le plus souvent, le malade est resté aussi sourd après qu'avant l'opération, sinon plus, quelquefois même atteint secondairement d'une paralysie faciale, due à une intervention malencontreuse sur le rocher, ou d'une suppuration de la caisse, conséquence de l'infection déterminée par l'opération.

Aussi, au dernier Congrès international d'Otologie, les orateurs qui prirent part à la discussion, tout en admettant que le traitement chirurgical peut avoir de bons résultats lorsqu'il s'agit de modifications scléreuses consécutives à une otite moyenne suppurée ou lorsqu'on se trouve en présence d'un catarrhe à forme hypertrophique, ont-ils conclu à son inutilité dans le traitement de l'otite scléreuse primitive. Dans cette dernière cause, la plus habituelle, de la surdité, la sclérose est irrémédiable parce qu'elle porte sur le labyrinthe, c'est-à-dire sur l'organe percepteur. L'otologiste qui veut, en pareil cas, faire une opération sur l'oreille

moyenne, agit, comme on l'a dit, sans plus de méthode que l'oculiste qui enlèverait une cataracte chez un tabétique atteint d'atrophie papillaire. Le résultat est nécessairement nul dans les deux cas.

IV. — PONCTION LOMBAIRE ET FRACTURE DU CRANE.

Tuffier et Milian ont appelé l'attention sur un nouvel élément de diagnostic des fractures du crâne : la coloration rouge du liquide céphalo-rachidien, retiré par ponction lombaire. Ils ont rapporté plusieurs cas dans lesquels, les signes cliniques étant insuffisants, la ponction lombaire ramena un liquide franchement hémorragique, et l'autopsie montra une fracture du crâne.

Inversement, dans un cas douteux, le liquide était clair et le malade guérit.

De ces faits, Tuffier et Milian ont tiré les conclusions suivantes : 1^o la présence du sang dans le liquide céphalo-rachidien « suffit pour faire admettre le diagnostic de fracture du crâne » ; 2^o la clarté du liquide écarte tout de suite toute idée de fracture.

Malheureusement, ce signe n'a pas la valeur que veulent lui donner ces auteurs : un liquide, hémorragique le premier jour, peut cesser de l'être le quatrième, comme le montre un fait de Ricard, et, de plus, la teinte hémorragique peut exister à la suite d'une hémorragie cérébrale en l'absence de toute fracture.

V. — SYSTÈME VASCULAIRE.

§ 1. — Traitement des anévrismes du tronc brachio-céphalique.

Les cas d'anévrismes du tronc brachio-céphalique traités chirurgicalement sont encore peu nombreux. L'extirpation, la ligature au-dessous du sac ne sont guère praticables, et, le plus souvent, on a dû se borner à la ligature au-dessus du sac, par la méthode de Brasdor. Il semble, d'après les observations réunies dans un Mémoire récent de Grenet et Piquand, que la ligature simultanée de la carotide et de la sous-clavière est indiquée à moins d'oblitération de la carotide gauche, qui doit faire craindre des troubles cérébraux, ou de dilatation et d'insuffisance aortiques, qui rendent l'opération dangereuse. L'efficacité de cette double ligature diminue en raison de l'ancienneté des lésions, à cause de la dilatation des collatérales qui suppléent l'artère principale.

Lorsque cette double ligature a échoué, on peut essayer les injections sous-cutanées de sérum gélatiné, que Lancereaux a préconisées dans le traitement des anévrismes dits médicaux. Cette méthode repose sur cette idée, qu'en injectant sous

la peau du sérum gélatiné (gélatine, 5 grammes ; solution de NaCl à 7 ‰, 200 centimètres cubes), on fait passer dans le sang une substance coagulante qui favorise le dépôt de caillots dans le sac anévrismal. C'est là une hypothèse ; les faits publiés nous semblent actuellement insuffisants pour établir l'action coagulante de ces injections, et des recherches expérimentales seraient nécessaires pour élucider cette question d'une manière définitive.

§ 2. — Traitement des plaies du cœur.

De toutes les plaies, celles du cœur semblent les plus difficiles à traiter à cause des mouvements constants auxquels cet organe est soumis, mouvements dont la cessation est incompatible avec la vie. Malgré les difficultés que semble à première vue présenter cette suture, les chirurgiens l'ont déjà pratiquée un certain nombre de fois, et, dans un Mémoire récent, MM. Terrier et Raymond ont pu en réunir 11 observations, avec 3 guérisons et 8 morts.

Pour aborder le cœur, il est nécessaire de faire une brèche au thorax, d'y tailler un volet, que l'on a fait à base supérieure (Roberts), à base interne s'arrêtant au bord gauche du sternum (Rotter) ou comprenant une partie du sternum et s'arrêtant à son bord droit (Marion), à base inférieure gauche (Giordano), etc. Le procédé le plus rapide et le plus simple semble celui de Fontan, grand volet à charnière verticale et externe, se rabattant en dehors, obtenu en sectionnant au bistouri les cartilages des 4^e, 5^e et 6^e côtes, à bords passant en haut par le troisième espace, en bas par le sixième, à base obtenue par la section à la cisaille des deux côtes supérieure et inférieure 4^e et 6^e, et par la fracture de la côte intermédiaire.

Le cœur mis à nu, on a suturé la plaie à la soie ou au catgut. Il semble que, pour placer les fils, la diastole soit le moment le plus favorable.

La suture cardiaque faite, on termine l'opération par la suture du péricarde, et par celle de la plèvre dans le cas où il existe, comme cela est fréquent, une lésion simultanée de cette dernière séreuse.

VI. — TUBE DIGESTIF.

§ 1. — Traitement chirurgical des perforations de l'intestin au cours de la fièvre typhoïde.

Le traitement chirurgical des perforations de l'intestin au cours de la fièvre typhoïde, déjà étudié par Dieulafoy, Lereboullet, Monod et Vanverts, Finney, Keen, a fait l'objet, cette année, d'un important travail d'Harvey Cushing et d'une discussion à la Société de Chirurgie. En 1898, Keen réunissait 83 cas avec 19,3 ‰ de guérisons ; en 1899, il

publiait 75 nouveaux cas avec 21 guérisons, soit 28 %. Cushing publie la série intégrale des cas observés dans le service d'Osler au Johns Hopkins Hospital et arrive avec 11 cas ayant donné 5 guérisons, soit 45,4 %. La proportion des guérisons va donc sans cesse en augmentant. C'est à faire précocement le diagnostic qu'on doit maintenant s'attacher.

Les douleurs abdominales, la rigidité du ventre, la cessation de la respiration diaphragmatique, la chute de la température, une poussée de leucocytose temporaire sont autant de signes qui, par leur réunion, font soupçonner la perforation de l'intestin.

§ 2. — Exclusion de l'intestin.

Peu pratiquée en France jusqu'à ces derniers temps, l'exclusion de l'intestin a fait, au cours de cette année, l'objet de Mémoires importants de Terrier et Gosset, de Delore et Patel; nous-même avons étudié cette question dans nos leçons sur la chirurgie gastro-intestinale, et la Société de Chirurgie en a fait le sujet d'une de ses discussions.

Quelques auteurs rangent dans l'exclusion l'entéro-anastomose simple; il nous semble que cette dénomination doit être réservée aux cas où une portion du canal intestinal est réellement exclue par suite d'une interruption chirurgicale de sa continuité. Cette exclusion peut être *unilatérale*, lorsque l'anse exclue n'est oblitérée qu'à une de ses extrémités; elle est *bilatérale*, lorsque l'occlusion porte sur les deux bouts. Dans ce dernier cas, l'exclusion bilatérale peut être *ouverte* ou *fermée*, suivant qu'il existe ou non sur elle une fistule, soit spontanée, soit créée par le chirurgien.

L'exclusion bilatérale fermée ou exclusion totale, préconisée autrefois par Baracz et Obalinski, semble aujourd'hui délaissée. C'est donc à l'exclusion bilatérale fistuleuse ou à l'exclusion unilatérale qu'il faut avoir recours. Ainsi comprise, l'exclusion peut être d'une réelle utilité, en particulier dans la cure des fistules pyostercorales, lorsqu'une opération plus radicale, telle que la résection de l'intestin, semble impossible par suite de l'extension des lésions.

D'après les recherches de Delore et Patel, il y aurait des différences à établir entre les fistules suivant leur siège. Lorsqu'elles se trouvent sur le gros intestin, l'exclusion unilatérale suffirait; au contraire, lorsqu'elles occupent l'intestin grêle, il faudrait pratiquer l'exclusion bilatérale, les matières s'accumulant dans le segment inférieur et la fistule persistant lorsqu'on s'est borné à pratiquer une exclusion unilatérale.

§ 3. — Appendicite.

Si l'on en croyait M. Metchnikoff, l'appendicite serait, dans un grand nombre de cas, la consé-

quence de la présence d'ascarides dans l'intestin. Ces parasites agiraient de deux manières différentes: par influence directe, mécanique ou chimique, sur l'appendice; par l'intermédiaire de microbes qu'ils introduisent dans la muqueuse. De là, la nécessité de pratiquer, dans tous les cas suspects d'appendicite, l'examen helminthologique des matières fécales pour voir s'il y existe des œufs d'ascarides ou de tricocéphales, de manière à instituer immédiatement le traitement vermifuge s'il y a lieu.

La plus grande fréquence actuelle de l'appendicite serait due à ce qu'on donne beaucoup moins fréquemment qu'autrefois des vermifuges aux enfants, et à ce que l'on fait une consommation plus grande des légumes et des fruits crus, que l'on trouve maintenant en toutes saisons et qui poussent souvent dans des terrains maraîchers que l'on arrose (comme dans les environs de Paris) avec des eaux d'épandage.

Cette théorie demande à être confirmée, d'autant que, d'après les constatations d'un médecin militaire, Matignon, l'appendicite est exceptionnelle à Pékin, où Chinois et Européens sont constamment atteints d'helminthiase.

VII. — TRAITEMENT CHIRURGICAL DE L'ASCITE.

Fréquemment on voit des malades atteints de cirrhose hépatique succomber à une ascite à répétition, due à ce que les ramuscules de la veine porte sont oblitérés dans le foie par le processus scléreux qui les enserme. Il était donc permis d'espérer qu'en dérivant le sang de la veine porte, on arriverait à guérir sinon la cirrhose, tout au moins l'épanchement qui en résulte. C'est une idée qu'avait eue, dès 1889, Talma (d'Utrecht), qui, fixant le grand épiploon à la paroi abdominale antérieure, espérait ainsi créer une circulation complémentaire entre les branches épiploïques de la veine porte et les branches d'origine de la veine cave inférieure.

Peu pratiquée, cette déviation chirurgicale du sang de la veine porte a fait cette année l'objet de nombreux travaux, tant en France qu'à l'étranger; elle a été en particulier discutée à la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. L'opération n'est malheureusement pas toujours réalisable, par suite de l'existence d'altérations pathologiques de l'épiploon; de plus, elle est grave, les hépatiques chez lesquels on la pratique résistant mal au moindre shock chirurgical. C'est donc une opération qu'on ne doit faire qu'exceptionnellement, dans les cas où la persistance et l'abondance de l'ascite menacent d'entraîner la mort à bref délai.

VIII. — GYNÉCOLOGIE.

§ 1. — L'hystérectomie dans l'infection puerpérale.

Une discussion de la Société de Chirurgie a, cette année, rappelé l'attention sur l'hystérectomie comme moyen de traitement de l'infection puerpérale, et un certain nombre d'orateurs se sont déclarés partisans de ce mode de traitement. Si, théoriquement, l'opération est indiquée dans les cas de lésions infectieuses profondes du muscle utérin, pratiquement il est actuellement difficile de poser l'indication opératoire, car nous ne savons pas diagnostiquer ces lésions. Enlever l'utérus de toutes les femmes atteintes de fièvre puerpérale, c'est faire un grand nombre d'opérations inutiles, car les unes auraient guéri spontanément ou à la suite d'interventions bénignes (lavages intra-utérins, curettage), les autres auraient succombé parce que l'infection avait dépassé le muscle utérin. C'est donc à perfectionner nos moyens de diagnostic que nous devons nous attacher; c'est seulement quand nous saurons cliniquement établir des distinctions entre les cas, que nous pourrions opérer rationnellement et être utiles aux malades qui se confieront à nos soins.

§ 2. — Fibromes et grossesse.

Une importante discussion de la Société d'Obstétrique et de Gynécologie nous montre qu'il n'y a pas accord entre les chirurgiens et les accoucheurs au sujet de la conduite à tenir en présence des *fibromes compliquant la grossesse*.

Tandis que les chirurgiens semblent assez disposés à intervenir, les accoucheurs sont, au contraire, partisans de l'abstention. Dans les cas où apparaissent, du fait de l'utérus fibromateux gravide, des accidents immédiats graves, mettant en danger la vie de la mère, que l'on soit à une époque rap-

prochée ou éloignée de la viabilité de l'enfant, peu importe, il faut opérer immédiatement. Sur ce point, tout le monde est d'accord.

La discussion porte sur les cas douteux. Tandis que les chirurgiens Schwartz, Richelot, etc., semblent assez portés vers l'intervention, les accoucheurs, Varnier en tête, s'appuyant sur l'évolution, habituellement heureuse pour la mère, de la grossesse compliquée de fibromes, estiment que le doute doit profiter à l'enfant, c'est-à-dire à l'expectation. C'est une opinion que vient appuyer de sa grande autorité Pinard, en apportant la statistique des femmes qui se sont présentées à la clinique Baudelocque. Sur 84 femmes atteintes de grossesse compliquée de fibromes, il y eut 30 interventions: 4 pendant la grossesse, 26 pendant le travail; 81 femmes guérirent, 3 succombèrent; 63 enfants sortirent vivants; résultats qui, on le voit, plaident en faveur de l'expectation. La réalité est, croyons-nous, moins belle, et nombre de femmes sont atteintes par suite de leurs fibromes. Celles-ci ne vont pas dans les cliniques d'accouchement; elles entrent, pour les accidents qu'elles présentent, dans les services de Chirurgie. C'est peut-être parce qu'ils observent dans des milieux différents, les uns voyant surtout les femmes chez lesquelles la grossesse est le point principal, le fibrome l'accident secondaire des grossesses compliquées de fibromes; les autres, parce qu'ils sont consultés pour des accidents fibromateux au cours desquels une grossesse a néanmoins commencé, qu'accoucheurs et chirurgiens soutiennent ainsi théoriquement des opinions différentes, alors que, croyons-nous, en présence d'un cas déterminé, ils suivraient une ligne de conduite identique.

D^r Henri Hartmann,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine,
Chirurgien de l'Hôpital Lariboisière.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Serret (J.-A.). — *Lehrbuch der Differential und Integralrechnung. Zweiter Band: Integralrechnung.* — 1 vol. in-8° de 428 pages, avec 55 figures dans le texte. (Prix : 10 fr.) Teubner, éditeur. Leipzig, 1901.

Le *Traité de Calcul différentiel et intégral* de Serret continue, à juste titre, à être en faveur dans les pays de langue allemande. La première édition allemande, publiée par A. Harnack, qui y a joint de nombreuses annotations, a été épuisée en une dizaine d'années. A la deuxième édition du tome I (*Differentialrechnung*), parue il y a quatre ans, vient s'ajouter le tome II, consacré au *Calcul intégral*; le troisième volume, intitulé *Differentialgleichungen* paraîtra sous peu. Les tomes II et III de l'édition allemande correspondent au tome II de l'ouvrage français, qui ne comprend que deux volumes.

La publication de l'édition allemande est dirigée par M. le professeur Bohlmann, de Göttingue. Bien que, dans ses grandes lignes, cette édition corresponde à l'ouvrage primitif, il a été introduit quelques modifications destinées à donner plus d'unité aux diverses parties et à rendre l'ouvrage d'une consultation encore plus facile. D'autre part, les annotations dues à Harnack ont été fondues avec le texte, qui a été entièrement revu.

Cet ouvrage classique est bien connu de tous ceux qui s'occupent de Calcul infinitésimal, aussi croyons-nous pouvoir nous dispenser d'une analyse détaillée des matières qui y sont contenues. Nous nous bornerons à faire l'énumération des huit chapitres que comprend ce volume :

1. La notion d'intégrale. — 2. Intégration de fonctions connues; fonctions rationnelles, algébriques, elliptiques et transcendentes. — 3. Théorie de l'intégrale définie. — 4. Théorie de l'intégrale eulérienne; la fonction gamma. — 5. Quadrature et rectification de courbes. — 6. Cubature, quadrature de surfaces courbes; intégrales multiples. — 7. Fonctions de plusieurs variables réelles; différentielle et intégrale. — 8. Fonctions d'une variable complexe.

Vient ensuite, en *Appendice*, la remarquable étude de Harnack, intitulée : *Propriétés fondamentales de la série de Fourier et de l'intégrale de Fourier.*

L'ouvrage se termine par une table analytique des matières par ordre alphabétique. H. FERR, Professeur adjoint à l'Université de Genève.

Davidoglou (Antoine). — *Sur l'équation des vibrations transversales des verges élastiques.* (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.) — Une brochure in-4° de 91 pages. Gautier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Considérons une verge élastique dont on néglige les dimensions transversales pour l'assimiler à une courbe géométrique $W=f(x)$, où W et x sont l'ordonnée et l'abscisse. La verge est encastrée aux deux points a et b de l'axe des x et vibre dans le plan. W dépend, à chaque instant, de x et du temps t . La physique apprend que l'on a :

$$(1) \quad \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + \varphi(x) \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0.$$

Cherchons à satisfaire à (1) par un mouvement pendulaire à amplitude variable y :

$$W = y(x) \cos t\sqrt{r}.$$

Il vient, pour déterminer y ,

$$(2) \quad \frac{d^4 y}{dx^4} = r y \varphi(x).$$

M. Davidoglou fait, par la méthode des approximations successives due à M. Picard, et en restant dans le réel, une étude approfondie des intégrales $Y(x, R)$ de (2), telles que la courbe $y=Y$ touche l'axe des x aux points a et b , comme la nature de la question de physique l'exige. On met en lumière certaines valeurs remarquables du paramètre r et on construit, pour Y , un développement asymptotique, c'est-à-dire valable pour r très grand.

Dans cette excellente thèse, M. Davidoglou a montré qu'il savait manier à son aise des théories abstraites et difficiles.

LÉON AUTONNE,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

2° Sciences physiques

Hemsalech (Gustave). — *Recherches expérimentales sur les spectres d'étincelles.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. gr. in-8° de 139 pages avec 33 figures. J. Hermann, éditeur. Paris, 1901.

L'intéressante thèse que nous devons à M. Hemsalech comprend deux parties. La première est consacrée à la constitution matérielle de l'étincelle électrique et spécialement de l'étincelle oscillante étudiée par la photographie sur pellicules tournantes animées d'une grande vitesse. C'est la continuation de recherches antérieures où l'auteur y collaborait avec M. Arthur Schuster¹, de Manchester, et d'où il résulte : que la décharge initiale donne le spectre du gaz, et que les oscillations qui apparaissent dans l'auréole donnent le spectre du métal. Dans cette thèse, M. Hemsalech s'est attaché surtout à faire ressortir les différences d'effet, sur l'étincelle, de self-inductions variées, sans noyau ou avec noyau métallique (fer ou cuivre), et des courants de Foucault. Le noyau agit uniquement par sa surface; l'effet maximum est obtenu avec un tube mince; les oscillations sont supprimées par le magnétisme du fer, ou très diminuées en nombre par les courants de Foucault lorsqu'on fait agir le cuivre. Dans le cas du fer, ces deux causes s'ajoutent l'une à l'autre. Pour obtenir des étincelles bien oscillantes et formées uniquement de fragments vaporisés des électrodes, on devra donc éviter toujours les bobines de self-induction à noyaux métalliques, comme le primaire d'une bobine de Rhumkorff.

Ce travail est précédé d'une courte introduction historique. Qu'il nous soit permis d'y regretter l'omission des travaux d'Adolphe Perrot² qui, le premier, a effectué la séparation entre l'auréole et le trait de feu par des dérivations ou par un courant d'air, et de J.-M. Séguin³ qui, étudiant au spectroscopie la composition de l'auréole et du trait de feu, et promenant la fente verticale de l'appareil sur toute la longueur d'une étincelle horizontale, a distingué pour la première fois les raies

¹ SCHUSTER et HEMSALÉCH : On the constitution of the electric spark. *Philos. Trans.*, vol. CXCIII, 1899.

² Sur la nature de l'étincelle d'induction de l'appareil Rhumkorff. *Thèse de Doctorat*, Paris, 1861, et *Comptes Rendus*, t. XLIX, p. 357.

³ Analogies de l'étincelle d'induction avec les autres décharges électriques. *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3^e série, t. LXIX, 1863.

appelées depuis « longues » ou « courtes ». Ces Mémoires sont généralement peu connus; aussi M. Hemsalech ne nous en vaudra pas de profiter de l'occasion pour rappeler ici les deux noms de Perrot et de Séguin.

La seconde et principale partie de la thèse est la plus neuve et la plus importante au point de vue des applications à l'analyse spectrale. Elle est consacrée à l'étude des spectres de l'air et de quatorze corps simples que l'auteur classe en deux groupes : le premier comprend seulement Fe, Ni, Mn dont les raies sont presque toutes plus ou moins renforcées en augmentant la self-induction; le second est formé des dix autres corps simples expérimentés : Cd, Zn, Co, Mg, Al, Sb, Sn, Bi, Pb, Cu, Ag, qui donnent des raies fortes, mais relativement moins nombreuses, moins nettes, et presque toutes plus ou moins affaiblies par la self-induction.

Les résultats d'ensemble de tout le travail peuvent être résumés d'une manière générale ainsi qu'il suit :

L'étincelle ordinaire est formée de trois parties : la décharge initiale, ou trait de feu donnant principalement les raies de l'air, puis quelques oscillations très rapides produisant les raies métalliques, dites de haute température ou « enhanced lines » de N. Lockyer, et enfin l'aurole elle-même, qui fournit les raies métalliques dites de basse température.

L'étincelle oscillante, au contraire, obtenue par l'intercalation d'une self-induction dans le circuit de décharge du condensateur, est composée presque uniquement de l'aurole, et ne contient plus que des raies des métaux. Les raies de haute température ou raies courtes de l'étincelle ordinaire s'affaiblissent jusqu'à disparaître et les raies de basse température deviennent plus vives. Avec une faible self-induction, les raies de l'air ont disparu; quant à celles des métaux, l'action de la self-induction les répartit en trois classes : 1° lignes diminuant rapidement d'intensité pour disparaître avec l'augmentation de la self : raies de l'air, doubles verts de Cd et de Zn, lignes 424,3 et 438,7 de Mg du vert qui correspond au groupe *b* de Fraunhofer; 2° lignes s'affaiblissant lentement et d'une manière continue par l'accroissement de la self¹, tel le triplet de Mg du vert qui correspond au groupe *b* de Fraunhofer; 3° lignes qui, après avoir diminué et atteint un minimum, augmentent considérablement d'éclat jusqu'à un maximum, pour diminuer de nouveau : principales raies Fe et Co, etc...

M. Hemsalech ayant circonscrit son étude à la portion du spectre photographiable avec des systèmes optiques de verre sur des plaques d'usage courant isochromatiques ou non, le champ embrassé est compris entre λ 590 et λ 350. La dispersion, obtenue par l'emploi soit de deux prismes ordinaires en flint, soit d'un ou deux prismes composés de Rutherford, avec des objectifs à long foyer (0^m,80 et 1^m,05), était assez forte pour fournir des spectrogrammes d'une lecture aisée, permettant de suivre facilement à l'œil nu les variations spectrales successives de vingt-deux épreuves obtenues l'une au-dessus de l'autre sur un même cliché, déplacé verticalement dans le plan focal. Les mesures de longueurs d'onde étaient faites sur une machine à diviser et transformées avec des courbes à grande échelle. Les self-inductions de grandeurs variables étaient obtenues par l'intercalation de couches successives de fils enroulés en deux bobines de longueurs différentes (0^m,20 et 0^m,30), et dont l'ordre de grandeur en totalité pouvait s'élever approximativement, d'après l'auteur, jusqu'à 0,06 henry. Tout en regrettant que le temps ne lui ait pas permis la mesure des coefficients de self-induction employés, nous noterons les détails donnés sur la construction de ces bobines, et qui permettront d'en construire facilement de semblables. Toute la partie expérimentale de ce Mémoire est décrite avec la plus grande précision. L'installation et le réglage des appareils spectrographiques sont donnés avec beaucoup de soins et de clarté, et forment ainsi une instruction pratique sur la

photographie spectrale, intéressante à lire pour tous ceux qui s'intéressent à la spectroscopie.

Le meilleur éloge à faire de l'important Mémoire de M. Hemsalech est de montrer qu'il a été suivi et continué. Il a, en effet, suscité en Allemagne la thèse de M. Berndt¹, qui s'est spécialement attaché à faire la comparaison entre la self-induction et celle d'une résistance équivalente, sur les spectres d'étincelle. Il a donné raison à M. Hemsalech contre M. Hauberssel², en montrant que, tandis que la self-induction augmente la durée de la décharge et fait disparaître un grand nombre de raies, rendant celles qui subsistent plus étroites, ces effets ne sont pas produits par leur résistance équivalente, celles-ci n'apportant aucun retard à la décharge. M. Berndt a mesuré et calculé avec exactitude les constantes physiques (self-inductions, résistances, capacité) des dispositifs mis en jeu, mais n'a malheureusement pas dépassé des self dix fois inférieures à celles de M. Hemsalech. D'autre part, son travail, effectué avec une faible dispersion, mais avec un spectrographe de quartz, complète celui de M. Hemsalech, en s'étendant jusqu'à λ 200.

Non seulement la thèse de M. Hemsalech a fait progresser nos connaissances sur la nature de l'étincelle électrique, mais elle a aussi fourni un procédé nouveau qui permettra, dans bien des cas, d'éliminer le spectre de l'air et de simplifier les spectres, souvent si compliqués, qui se rencontrent dans la pratique de l'analyse spectrale.

A. DE GRAMONT.

Dugast (J.), Directeur de la Station agronomique d'Alger. — Les Vins d'Algérie. — 1 vol. in-8 de 140 pages. (Prix : 2 fr.) Giralt, imprimeur. Alger-Mustapha, 1901.

M. Dugast a écrit cette notice à l'occasion de l'Exposition de 1900; il a voulu montrer quelle était l'importance et rechercher quel était l'avenir du vignoble algérien.

M. Dugast signale les progrès que la vinification a faits en Algérie; ces progrès sont très grands, et il était d'ailleurs indispensable que l'Algérie les réalisât, car la réputation de quelques-uns de ses vins commençait à être compromise. Je suis tout à fait de l'avis de M. Dugast quand il dit que c'est en produisant des vins solides et bien constitués que les colons pourront avantagerement lutter. Quel est, en effet, l'objectif principal de l'Algérie? C'est d'exporter ses vins en France. Or, nous produisons dans le Midi une grande quantité de petits vins. Il nous faut donc acheter de préférence des vins riches. L'Algérie peut produire ces vins alcooliques, corsés, riches en couleur que le commerce va actuellement chercher en Espagne, en Italie, etc. L'objectif de l'Algérie doit donc être de se substituer complètement à l'étranger dans l'importation en France de ce genre de vins.

Tout cela est parfaitement juste, et cela l'était beaucoup plus au moment où M. Dugast a écrit sa notice. Depuis, en effet, la situation économique de l'industrie viticole, et surtout de l'industrie viticole algérienne, a considérablement changé. Deux faits nouveaux se sont produits, qui ont amené ce changement : l'importance de la vendange de 1900 et la modification de la loi des boissons; la viticulture traverse une crise économique dont la durée est difficile à prévoir; la surproduction de la vendange de 1900 peut se reproduire fréquemment, étant donné l'importance du vignoble reconstitué, et on ne prévoit pas que la loi sur les boissons, qui a favorisé la consommation des petits vins du Midi, puisse recevoir une modification avantageuse pour l'Algérie.

Le vignoble algérien est donc, en ce moment, dans une situation économique critique. Il faut, pour en sortir, qu'il produise d'abord des vins pouvant prendre

¹ Ueber den Einfluss von Selbstinduction auf die durch den Inductionsfunken erzeugten Metallspectra im ultravioletten. Inaugural dissertation. Mathe. A. S. Hofbuchdruckerei von Kemmerer, 1901.

² Journal de Physique, III^e série, t. IX, p. 133, 1900

¹ La plupart font partie des séries de MM. Kayser et Runge.

chez nous la place des vins étrangers. Il faudrait aussi que l'Algérie s'orientât vers la production des vins de liqueurs, des raisins secs, des moûts concentrés, etc.; en un mot, qu'elle mit à profit les ressources de son climat pour utiliser plus avantageusement tous les raisins qu'elle produit et qu'elle se borne actuellement à transformer en vin ordinaire.

X. ROCQUES,
Ingénieur-Chimiste,
Ancien Chimiste principal du Laboratoire
de Paris.

3° Sciences naturelles

Chalon (J.), *Professeur à l'Université nouvelle de Bruxelles.* — *Notes de Botanique expérimentale, 2^{me} édition.* — 4 vol. in-8°, de 339 pages, avec 7 planches (Prix : 7 fr. 50.) Librairie scientifique de Ad. Wesmael-Charlier. Namur, 1901.

« Celui qui aura épuisé les *Notes* pourra déjà se dire fort, plus que s'il avait lu dix gros bouquins... sans toucher une plante. Il sera mûr pour des travaux personnels, il aura en mains l'outil précieux, la méthode et il pourra espérer d'ajouter à son tour des chapitres nouveaux à la science. » Qu'est-ce donc que ces *Notes de Botanique expérimentale* dont l'auteur attend de si heureux résultats? Disons-le tout de suite : le livre ne répond pas à son titre. On y chercherait en vain des expériences personnelles sur divers sujets de Botanique. L'expérimentation, au sens des physiologistes, n'y tient pas la première place. La confection d'un herbier, l'assemblage des collections, les préparations microscopiques sont, pour M. Chalon, des moyens de traiter expérimentalement les questions botaniques. La description des organes, la simple énumération des plantes qui en offrent de bons exemples, prennent place sous le titre de physiologie. « *Voir pour savoir*, telle est l'idée simple de ce livre, où il ne faut pas chercher un cours de Botanique, mais un guide d'initiative et d'observation. » Laissons donc de côté la Botanique expérimentale, pour parcourir cette intéressante série de *leçons de choses botaniques*.

L'étudiant y trouvera un guide précieux pour utiliser les matériaux les plus vulgaires, développer le sens et l'esprit d'observation, du moins s'il est assez favorisé pour recourir souvent aux lumières d'un maître aussi sagace que l'auteur du livre, si sa bibliothèque est garnie d'une dizaine au moins de « gros bouquins » énumérés dès la première page, et s'il est à portée d'une bibliothèque publique possédant les périodiques auxquels les *Notes* font de nombreux renvois.

Les *Notes* seront, croyons-nous, d'un maniement plus commode et d'un profit plus net pour ceux qui ont déjà reçu l'initiation verbale dans un laboratoire ou dans des excursions botaniques. Les maîtres eux-mêmes y trouveront une foule de renseignements.

C'est, en effet, un livre de renseignements sur les moyens de se procurer les matériaux d'étude, soit dans la Nature, soit dans le commerce ou par voie d'échange. C'est un répertoire d'adresses, d'indications bibliographiques, de recettes, de procédés concernant à peu près tous les chapitres de la Botanique, donnés au reste un peu au hasard, sans proportion bien pondérée entre les diverses parties. Mais il serait injuste d'en faire un reproche à un ouvrage si modeste dans son titre. Comme forme, ce sont bien des *Notes*.

D'ailleurs, nous nous y retrouverons sans peine. Après un chapitre de technique générale, dans lequel l'auteur s'étend surtout sur les procédés simples, économiques, à la portée de tous, nous abordons la technique spéciale avec la cellule. L'étude de la membrane y tient une place prépondérante; l'épaississement de la paroi cellulaire ne comprend pas moins de vingt paragraphes énumérés à la table des matières. Les protoplasmes et le noyau sont traités au contraire brièvement. Les chapitres suivants sont consacrés à la racine, à la tige, à la feuille, à la multiplication par fragments, à la reproduction sexuée. Dans chacun

d'eux, l'organographie, l'anatomie, la physiologie sont envisagés successivement.

Les rapports des plantes avec le milieu inerte ou vivant font encore l'objet de quelques pages à la fin volume.

Les Cryptogames ont fourni un certain nombre d'exemples dans les chapitres précédents, notamment au sujet de la cellule, de la fécondation, de la germination. Néanmoins, un chapitre spécial est consacré à la technique des Cryptogames. M. Chalon ne l'a pas traité avec le même luxe de détails que le reste du livre, sans doute parce qu'il considère cette étude comme moins abordable pour le débutant privé d'explications verbales. Pour l'étude des Bactéries, des laboratoires spéciaux sont nécessaires; pour les Lichens, « il faut absolument demander à un spécialiste les trois ou quatre espèces dont nous avons besoin »; pour les Mousses, « si un bryologue complaisant consent à communiquer les premiers spécimens, la tâche sera simplifiée ». Pour les Algues, les Champignons, les exemples sont classés dans l'ordre alphabétique; ainsi le Bolet se trouve en compagnie des Aspergilles et de la Carie; les *Mucor*, les *Phycomyces*, les *Rhizopus* sont décrits à des pages différentes, et, à défaut d'ordre logique, une simple coquille d'imprimerie (comme Mycomycètes pour Myxomycètes) doit jeter le botaniste novice dans un sérieux embarras.

Le développement des diverses questions est donc inégal. Cette disproportion s'explique par l'esprit qui se dégage de tout le livre. Le botaniste inexpérimenté qui l'aura pris pour guide comprendra qu'il est des sujets délicats au-dessus de sa portée. Avant d'aborder la technique difficile de la cytologie et de la cryptogamie, il y trouvera le moyen de multiplier, de varier les observations faciles, simples, infaillibles. Voir beaucoup pour apprendre à voir, observer sûrement pour devenir observateur, c'est assurément une meilleure gymnastique intellectuelle que d'aborder d'emblée des problèmes complexes dans lesquels l'imagination et l'autorité viennent trop complaisamment au secours de l'expérience en défaut. Il n'est pas mauvais qu'un micrographe commence par bien voir les formes et les ornements de la membrane cellulaire avant de deviner les stades de la mitose, qu'un physiologiste s'exerce d'abord à des expériences simples. Toutes celles dont nous trouvons le détail dans le livre de M. Chalon sont faciles à répéter sans outillage dispendieux et encombrant.

L'illustration comprend cinq planches montrant les applications de la photographie à la reproduction iconographique des plantes, depuis un Chêne géant réduit plus de 100 fois, jusqu'à un fragment de Diatomée amplifié 10.000 fois. Une cinquantaine de figures dans le texte représentent des instruments et des appareils faciles à construire. Les procédés graphiques employés pour ces figures sont expliqués à la fin du livre.

M. Chalon n'a rien négligé, on le voit, pour faire des *Notes* un livre pratique, un répertoire qui a sa place sur la table du laboratoire. Tous ceux qui veulent faire de l'histoire naturelle en observant la Nature y trouveront un guide; ils y rencontreront les indications que nul étudiant n'est censé ignorer, mais que les trois quarts de nos licenciés ne connaîtront jamais, s'ils s'en tiennent à la préparation classique des grades universitaires.

Les *Notes de Botanique* de M. Chalon sont donc le complément nécessaire des traités didactiques. Nous souhaitons que la troisième édition ne tarde pas à corriger quelques lapsus, tels que les *vaisseaux aériens* et la triple coloration de l'*Amylobacter*, à combler quelques lacunes, et, sans en faire un livre banal, à accuser les grandes lignes, à donner aux diverses parties la proportion et l'harmonie qui n'ont jamais départé une œuvre scientifique.

PAUL VUILLEMIN,
Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Nancy.

Houssay (Frédéric), *Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure. — La Forme et la Vie. Essai de la Méthode mécanique en Zoologie.* — 1 vol. in-8° de 924 pages, avec 782 figures dans le texte. (Prix : broché, 40 fr.; relié, 45 fr.) Schleicher frères, éditeurs, Paris, 1901.

Dès la préface de ce livre, le lecteur est prévenu qu'il ne s'agit pas d'un rajeunissement de Traités de Zoologie ordinaires, mais d'une œuvre entièrement originale dont le modèle n'existait pas encore, et qui rompt absolument avec les procédés d'exposition suivis jusqu'ici. Une telle œuvre, venant d'un homme qui occupe en Zoologie une importante situation officielle, mérite d'être examinée avec grand soin; elle n'est pas, à coup sûr, d'un penseur ordinaire.

Après avoir rappelé qu'une Grenouille a changé de forme, en fonction du temps, depuis l'œuf jusqu'à l'adulte, que le Cheval actuel a été précédé par une série de formes continues, fonction du temps, M. Houssay couvoit l'histoire de la forme animale comme celle d'un mouvement, comme une Mécanique, et, consécutivement avec cette idée, il divise son ouvrage en Statique (corps au repos en équilibre), en Cinématique (mouvement du corps indépendamment des causes qui le produisent), et en Dynamique (mouvement produit par des causes données).

La Statique comprend l'étude sommaire des embranchements, caractérisés, comme ceux de Cuvier, par la disposition du système nerveux : Vertébrés, Mollusques, Articulés, Echinodermes, Gastéropodes (= Plathelminthes + Coelentérés) et Protozoaires; puis vient l'étude succincte de la cellule au repos et des tissus; en somme, la Statique comprend l'Anatomie et l'Histologie.

La Cinématique débute par un chapitre intitulé « La continuité dans la forme », qui montre que les embranchements et les classes sont reliés entre eux par des types intermédiaires, *Amphioxus*, Tuniciers (reliant les Vertébrés aux Mollusques), *Balanoglossus*, *Cephalodiscus*, *Rhabdopleura*, Brachiopodes, Géphyriens, Péripates (reliant les Vers annelés et les Arthropodes), etc.; vient ensuite un résumé de l'Embryologie, comprenant la description des principales formes larvaires et des processus morphogénétiques, plissements et métabolies, le développement métamérique, la formation et la correspondance des extrémités céphaliques, etc. Puis, symétriquement à la cellule au repos en Statique, l'étude de la division cellulaire, ensuite l'histogénèse et la différenciation, la phagocytose, la fécondation, la régénération, et enfin les théories sur l'isotropie de l'œuf et la spécificité des feuillettes. En somme, la Cinématique est un mélange d'Embryologie, de Cytologie et d'un certain nombre de chapitres de Biologie générale.

La Dynamique comprend divers chapitres de Biologie ou de Zoologie générale : dynamique de la cellule et de la fécondation, action des milieux, dimorphisme sexuel et déterminisme du sexe, déterminisme des métabolies, adaptation, mimétisme, parasitisme, fixation, etc.; en somme, l'étude des déterminismes.

Chacun de ces trois livres est terminé par une revue des théories générales suggérées par les faits techniques exposés au point de vue statique, cinématique ou dynamique : dans le premier, la théorie de l'unité de plan de composition et le principe des connexions de Geoffroy Saint-Hilaire (en somme, la Morphologie), puis les théories microméristes sur la constitution de la matière vivante (Weismann); dans le deuxième, la loi de concordance des stades embryologiques et des séries d'adultes; dans le troisième, le lamarckisme, que M. Houssay adopte dans toute sa plénitude, le darwinisme et l'origine de la matière vivante.

Cette sorte de table des matières que je viens de dresser suffit à montrer l'incontestable nouveauté de l'arrangement; cette originalité se poursuit dans la rédaction des chapitres techniques ou théoriques;

l'auteur use avec une visible prédilection du langage philosophique ou mathématique, en général assez étranger aux biologistes; par exemple : « L'étude complète des qualités des vivants revient donc à déterminer par des mesures possibles une fonction $F(\gamma, \varphi, \theta) = 0$, c'est-à-dire à construire une surface » (p. 256).

« L'Embryologie poursuit la solution de la formule générale suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1(\gamma, \varphi, \theta) = 0 \\ \varphi = 1 \end{array} \right. \quad (\text{p. 261})$$

« L'évolution normale est proportionnelle aux carrés des temps » p. 908. — « Réaumur, Fabre, etc., ont donné, à propos des phénomènes de la Nature, d'intéressantes et copieuses descriptions, sans s'inquiéter de réduire la qualité à la quantité et sans rien mesurer; mais, justement pour cela, leur œuvre est toute littéraire et point scientifique (p. 24) ».

Ces citations suffisent à montrer que l'écriture de M. Houssay n'est pas banale; mais elle reste le plus souvent claire et même attachante, malgré son appareil métaphysique.

* *Critique.* — Depuis les origines de la Zoologie, on s'est certainement peu préoccupé de lui reconnaître des points de vue statique, cinématique ou dynamique, ce qui ne paraît pas du reste lui avoir fait de tort; les savants se sont bornés à décrire ce qu'ils voyaient, ce qu'ils observaient de manière plus ou moins expérimentale (Anatomie, Histologie, Physiologie et Embryologie), en groupant et en sériant autant que possible les faits de façon à aider la mémoire (Morphologie et Zoologie générale); puis, avec les progrès de la connaissance, ils se sont attachés à la recherche, infiniment plus difficile, des déterminismes.

Ces trois étapes de la Science, découverte et description, groupement, explication, doivent forcément se succéder d'une façon chronologique pour un même objet, ce qui est, du reste, une évidence de sens commun; il a fallu d'abord trouver la cellule, puis les phénomènes de la vie cellulaire (y compris la division), avant de tenter la recherche des déterminismes de ces phénomènes et de la constitution de la cellule. Que M. Houssay veuille donner à ces trois étapes les noms de Statique, Cinématique et Dynamique, il est permis de trouver que la nouveauté est beaucoup plus dans les termes que dans la méthode; qu'à toute force, il veuille faire rentrer telles observations dans la Statique (étude des Vertébrés, Mollusques, etc.), et telles autres dans la Cinématique (étude de l'*Amphioxus* et des Tuniciers, pour montrer la continuité entre les grandes coupures de la Statique), alors que les unes et les autres sont tout simplement des descriptions d'objets tels qu'ils apparaissent à nos sens, je n'y puis voir que la préoccupation paradoxale de ne pas « faire décoller le règne animal embranchement par embranchement, comme des régiments dont on se borne à changer l'uniforme ».

M. Houssay dit quelque part que les ouvrages de Zoologie sont toujours disposés sur un plan uniforme, rappelant celui des *Suites à Buffon* ou de l'*Anatomie comparée* de Cuvier; mais, je trouve, au contraire, qu'ils sont extrêmement disparates, suivant l'objet qu'ils se proposent : la *Zoologie* de Claus ou de E. Perrier, celle de Delage, l'*Anatomie comparée* de Roule, de Lang, les *Traité*s d'Hertwig, sans parler des livres plus spécialisés d'Histologie, d'Embryologie, de Biologie générale, sont aussi différents que possible. M. Houssay a écrit, à son tour, un *Traité* encore différent de ceux-là, dont l'arrangement est basé sur une certaine idée théorique; reste à voir, pour juger du mérite de cet arrangement, si les matières se présentent dans un ordre logique et pratique, allant du simple au complexe, du facile à comprendre au plus compliqué, des faits aux théories qui les groupent et les expliquent.

Je ne puis pas convenir qu'il en soit ainsi : étudier la

structure de la cellule en Statique, puis les phénomènes de la division beaucoup plus loin en Cinématique, puis enfin donner les tentatives d'explication de la mitose et des phénomènes cellulaires beaucoup plus loin, en Dynamique, je n'y vois pas d'avantages notables et je trouve une foule d'inconvénients à scinder ainsi tout ce qui a rapport à un même objet. Il paraît singulier d'étudier la genèse des formes et des tissus avant de connaître la division cellulaire, alors que celle-ci est facteur de celle-là; il me paraît illogique de passer en revue (1^{er} livre : Statique) les formes et la structure des animaux et leur division en groupes depuis les Vertébrés jusque et y compris les Protozoaires, alors que le lecteur est censé ignorer encore ce que sont une cellule et un tissu. La fonction des organes est indiquée dans la Statique; comment se fait-il que la phagocytose soit réléguée dans la Cinématique? N'est-ce pas une fonction de cellule, au même titre que la sécrétion de diastases ou la différenciation de neuro-fibrilles?

Avec la meilleure volonté du monde, je n'arrive pas à comprendre pourquoi M. Houssay restaure à peu près, en Statique, les cinq embranchements de Cuvier, Vertébrés, Mollusques, Articulés, Echinodermes et Gastéropodes; ce n'est pas la peine d'avoir travaillé pendant trois quarts de siècle pour en revenir à quelque chose qui est sûrement incomplet et inexact. Même observation sur la division en classes des embranchements: les Mollusques comprennent autre chose que les Céphalopodes, les Acéphales et les Gastropodes; pourquoi les Amphibieures et les Scaphopodes sont-ils passés sous silence en Statique? Les zoologistes accepteront difficilement la division des Protozoaires en Monères, Amibes, Rhizopodes, Ciliés (renfermant les Flagellés) et Sporozoaires; on sait bien que presque sûrement il n'y a pas de Monères, et que les Amibes sont inséparables des autres Rhizopodes. La recherche de l'originalité, très estimable en soi, ne peut cependant pas aller jusqu'à modifier sans bonnes raisons ce qui est admis dans la Science.

Quelques négligences de rédaction ou des *lapsus calami*, bien excusables du reste dans un livre aussi volumineux, ne laissent pas d'être regrettables, notamment au sujet du cou des Oiseaux (p. 69), du polypier des Madréporaires (p. 150), de la glande venimeuse des Scolopendres (p. 104).

D'une façon générale, si ce livre n'avait pas, avant tout, un caractère théorique et transcendant, il y aurait peut-être lieu de regretter que l'auteur se soit peu préoccupé de mettre les faits au courant de la science actuelle.

Pour résumer cette longue analyse, je dirai que le livre de M. Houssay ne me semble pas fait pour des étudiants, si avancés qu'ils puissent être; c'est plutôt une Zoologie transcendante, qui ne pourra être goûtée que par des professionnels, et qui, pour cette raison, aurait pu être considérablement allégée dans la partie descriptive. Ceux qui sont enclins aux spéculations métaphysiques y trouveront de quoi se satisfaire amplement; les positivistes, qui apprécient surtout les faits et les expériences et n'acceptent les belles théories qu'avec un grain de scepticisme, ne seront pas fâchés non plus de lire un livre si opposé à leurs tendances. Les uns et les autres en retireront d'ailleurs profit; si je n'ai pas ménagé les critiques, je dois dire que j'ai eu avec grand plaisir la plupart des chapitres isolés de Morphologie ou de théories générales: signification des formes larvaires, tête et céphalisation, mort et immortalité, métamérie, etc.; on y rencontre des aperçus intéressants, souvent paradoxaux, comme cette comparaison de la fécondation d'un œuf mérogonique avec une greffe (p. 607). En somme, si cet essai de la méthode mécanique en Zoologie me paraît prématuré et peu pratique, on doit néanmoins savoir gré à M. Houssay d'avoir tenté du nouveau, quel que soit le sort de sa tentative.

L. CUÉNOT,

Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Jeanselme (E.), *Médecin des Hôpitaux de Paris*. — **Etude sur la Lèpre dans la péninsule Indo-Chinoise et dans le Yunnan**. — 1 brochure in-8° de 90 pages, avec gravures dans le texte. Carré et Naud, éditeurs. Paris, 1901.

On a beaucoup écrit, ces temps-ci, sur la lèpre. Le livre de M. Jeanselme présente ceci de particulier et d'intéressant que c'est une étude faite sur place. Chargé par le Ministre de l'Instruction publique et par le Ministre des Colonies de rechercher les moyens propres à combattre la lèpre dans les colonies françaises de l'Extrême-Orient, il a d'abord visité les divers foyers d'endémie lépreuse qui existent dans l'Indo-Chine française et dans le Yunnan; puis, il a étudié l'aménagement des léproseries établies dans les colonies anglaises de la Birmanie et du Gouvernement des Détroits. Il a ainsi recueilli des faits fort intéressants, qui forment la base de son étude documentée et consciencieuse.

La lutte contre la lèpre présente-t-elle vraiment un intérêt pratique? Les faits que cite M. Jeanselme ne laissent aucun doute à ce sujet. On est tout surpris d'apprendre, par exemple, que le nombre des lépreux disséminés dans nos possessions indo-chinoises est de 12.000 à 15.000. On comprend alors que toutes ces existences improductives, qui sont à la charge de la colonie, représentent, au point de vue économique, un énorme déchet, et que cette endémie lépreuse ait pour résultat d'accroître la pénurie de la main-d'œuvre indigène et d'écartier les colons européens de notre domaine d'outre-mer. Il est, en effet, démontré aujourd'hui que le colon contracte fort bien la lèpre et que celle-ci tend à s'infiltrer dans la population blanche. Il ne saurait, du reste, en être autrement; car, dans nos colonies, les précautions les plus élémentaires, pour se prémunir contre la contagion, sont négligées. Voici, parmi les faits que cite M. Jeanselme, quelques-uns qui sont particulièrement probants à cet égard.

Nombre de lépreux à Saïgon font le métier de coolies; ils gagnent leur vie à décharger sur le port les bagages des voyageurs ou les légumes arrivant de Chine; d'autres errent en ville, mendiant aux alentours de la ville.

A Hanoi, dans une grande boucherie européenne, le garçon indigène qui débite la viande est lépreux.

Le gardien indigène du dispensaire du Haiphong, où sont enfermées les prostituées atteintes de maladies vénériennes, est un lépreux. Dans les prisons de Saïgon, de Pnom-Penh, de Vinh, de Luang-Prabang, des lépreux vivent au milieu des détenus sains.

Pour combattre l'extension du fléau, M. Jeanselme demande qu'à l'exemple des colonies anglaises, on interdise aux lépreux avérés l'exercice de certaines professions telles que celles de boulanger, de boucher, de blanchisseur, de barbier, de domestique, d'infirmier, etc., etc. Ces mesures élémentaires devront être complétées par une surveillance étroite de l'immigration jaune, par la construction de léproseries terrestres et insulaires où seraient internés et isolés les lépreux, par la surveillance des foires, marchés et tous autres lieux de rassemblement. Pour ce qui est des détails de l'organisation de cette défense si légitime, nous ne pouvons que renvoyer nos lecteurs au livre si intéressant de M. Jeanselme.

Dr R. ROMME,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

Meunier (Dr), *Médecin en chef de l'Hôtel-Dieu de Pontoise*, et **Plicque** (Dr A.-F.), *Médecin en chef du Sanatorium d'Augicourt*. — **Le Traitement hygiénique des tuberculeux dans l'ancienne médecine** (Extrait du *Bulletin médical*). — Une broch. in-8° de 22 pages. Librairie du Bulletin médical. Paris, 1901.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Septembre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Poisson donne une solution générale du problème de la voûte élastique supportant une charge hydrostatique; la méthode employée est fondée sur la considération des filets élémentaires obtenus en décomposant la section droite de la voûte par une série de courbes orthopéziques infiniment rapprochées.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Cornu expose la démonstration des formules qu'il a données précédemment pour la détermination complète, en grandeur et en direction, des paramètres optiques d'un cristal. — M. E. Mercadier a expérimenté, sur le circuit de Paris à Bordeaux, l'emploi simultané de la télégraphie multiplex à courants ondulatoires et de la télégraphie ordinaire à courants continus; on obtient ainsi une transmission excessivement rapide. — M. J. Mascart a observé le 9 septembre à Bréval trois larges rayons lumineux divergents émergeant d'un point situé à 180° du Soleil. — M. de Forcrand a appliqué sa règle à l'hydrate de chloral et trouvé que ce corps, à la température de l'ébullition, donne une vapeur contenant à la fois de l'eau, du chloral et un peu ($\frac{1}{4}$ à 3 %) d'hydrate de chloral non dissocié.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. L. Duparc et F. Pearce ont étudié la dunnite du Koswinsky-Kamen (Oural); elle présente de nombreux filons en voie de serpentinitisation. — MM. L. Capitan et H. Breuil signalent l'existence de figurations d'animaux, gravées sur les parois d'une grotte sise aux Combarilles, commune de Tayac (Dordogne). Ces figurations remontent à l'époque où vivaient, en France, le mammoth et le renne; elles sont donc paléolithiques et très vraisemblablement magdaléniennes.

Séance du 23 Septembre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Kœnigs étudie les systèmes binaires et les couples d'éléments cinématiques.

2° SCIENCES NATURELLES. — MM. H. Claude et A. Zaky ont constaté que la lécithine, grâce à son action en quelque sorte spécifique sur l'élimination des phosphates par les urines, à son influence remarquable sur les échanges nutritifs, peut être considérée comme un adjuvant précieux des diverses méthodes de traitement de la tuberculose. — MM. G. Gastine et V. Vermorel, à la suite des ravages causés par la Pyrale dans les vignobles du Beaujolais, ont cherché à détruire ces papillons nocturnes au moyen de pièges lumineux, alimentés par le gaz acétylène, et entourés d'un bassin rempli d'eau recouverte d'huile qui tue les insectes qui s'y jettent. Ce moyen a été de tous le plus efficace et il ne représente qu'une dépense de 6 fr. 40 par hectare pour trois semaines. — M. A. Astruc a constaté que : 1° L'acidité de la tige d'une plante diminue à mesure que l'on s'éloigne du sommet; 2° L'acidité des feuilles, supérieure à celle de la tige, est en raison inverse de l'âge; 3° Dans une même feuille, le maximum d'acidité se trouve vers la zone de croissance; 4° L'acidité de la fleur décroît depuis l'état de bouton jusqu'à complet épanouissement. — MM. L. Capitan et H. Breuil décrivent une série de véritables peintures à fresque qu'ils ont observées dans la grotte de Font-de-Gaume (Dordogne); elles sont très vraisemblablement de l'époque magdalénienne.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1^{er} Octobre 1901.

M. le Vice-président annonce le décès de M. A. Le Roy de Méricourt, membre de l'Académie.

M. G. Pouchet résume des expériences qui démontrent : 1° que l'action toxique de l'antimoine, ainsi que sa localisation, ne commencent à se montrer qu'à une dose élevée relativement aux doses correspondantes d'arsenic; 2° que la localisation de l'antimoine est très différente de celle de l'arsenic; 3° que, dans les mélanges d'arsenic et d'antimoine, ce dernier, loin de diminuer le pouvoir toxique de l'arsenic, paraît au contraire le soutenir et même l'accroître.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES.

J.-W. Walker: L'application de la théorie cinétique des gaz aux propriétés électriques, magnétiques et optiques des gaz diatomiques. — L'auteur a cherché à appliquer la méthode de la théorie cinétique des gaz de Boltzmann-Maxwell aux propriétés électriques, magnétiques et optiques des gaz. Pour simplifier, il a supposé la molécule comme formée de deux atomes; les résultats s'appliquent donc aux gaz comme l'oxygène et l'hydrogène. La plupart des résultats indiquent, d'ailleurs, ce qui doit se passer qualitativement pour les autres molécules.

Un des atomes est supposé chargé positivement et l'autre négativement, et la force qui agit entre les deux atomes est considérée comme la force électrostatique ordinaire. Les molécules peuvent être classées en trois types : 1° Celles dans lesquelles les atomes tournent en contact; 2° celles dans lesquelles les deux atomes suivent des orbites elliptiques autour de leur centre de gravité, mais non en contact; 3° celles dans lesquelles les deux atomes suivent une orbite hyperbolique pendant le court instant où ils s'influencent d'une façon appréciable.

La première partie du mémoire est consacrée au calcul des proportions relatives de ces trois sortes de molécules; quoiqu'une solution complète n'ait pas été obtenue, les résultats sont importants et préparent la voie à des recherches plus complètes.

L'auteur montre ensuite qu'un tel système doit présenter des propriétés magnétiques et il calcule le coefficient de susceptibilité magnétique. Les formules obtenues concordent avec les expériences du professeur Quincke sur le sujet. Le système possède aussi des propriétés électriques, et l'auteur calcule la constante diélectrique. La formule diffère essentiellement de celles des autres théories, en particulier de celle de Boltzmann, surtout en ce qui concerne l'influence de la température. La théorie concorde bien avec les résultats obtenus par M. K. Baedeker dans ses expériences sur l'effet de température. La conductibilité est également calculée d'après le nombre d'atomes libres présents.

Les propriétés optiques sont enfin considérées, et l'auteur calcule la réfraction produite par les atomes libres et les molécules. Les atomes libres accélèrent la vitesse avec laquelle les ondes sont transmises; quant aux molécules, leur influence optique dépend de ω^2 , ω étant la vitesse angulaire de rotation de deux atomes autour de leur centre de gravité commun. La disper-

sion dépend essentiellement de la loi de distribution des vitesses.

L'auteur calcule aussi le degré de rotation du plan de polarisation dans un champ magnétique, et il montre que le signe de rotation dépend de l'atome qui a la plus grande masse; si les masses sont égales, il n'y a pas de rotation.

Les formules obtenues sont appliquées au cas de l'oxygène dans le but d'obtenir les valeurs de $\frac{e}{m_1}$ et $\frac{e}{m_2}$, e étant la charge et m_1 et m_2 les masses des deux atomes; les valeurs d' ω et aussi de $2r_0$, la somme des rayons des deux atomes, sont également calculées. La valeur de $\frac{e}{m_1}$ concorde numériquement avec celle déduite de considérations électrolytiques, tandis que la valeur de $\frac{e}{m_2}$ concorde avec celle déduite de la considération de l'effet Zeeman.

A.-E. Tutton : Etude cristallographique comparée des sélénates doubles de la série $R^+Mg^+SeO_4^{2-}$, $6H_2O$. — Ce mémoire sur les sélénates doubles magnésiens, dans lesquels R représente le potassium, le rubidium ou le césium, conduit aux mêmes conclusions que le mémoire précédent de l'auteur sur les sélénates doubles zinciques. On observe une progression uniforme, dans les propriétés morphologiques et physiques, avec l'augmentation des poids atomiques des trois métaux alcalins présents; les constantes du sel de rubidium sont généralement intermédiaires entre celles des sels de césium et de potassium.

Le groupe magnésien présente un intérêt particulier en ce que la diminution progressive de la double réfraction, d'après la loi qui a été établie pour les séries des sulfates et sélénates doubles, conduit, dans le cas du sélénate de magnésium et de césium, à un tel rapprochement des trois indices de réfraction que les cristaux de ce sel présentent des phénomènes optiques exceptionnels: dispersion des axes optiques dans les plans des axes croisés à la température ordinaire, la figure à un axe étant produite pour la longueur d'onde 466 dans le bleu; formation de la figure uniaxiale pour chaque longueur d'onde lorsque la température est élevée, l'obtention de l'uniaxialité pour la lumière rouge du lithium ayant lieu à 94°. Comme la vie propre du sel finit à 100°, à cause de la présence d'eau de cristallisation, cette substance simule des propriétés uniaxiales à toute température entre ses limites d'existence tout en conservant les caractères généraux de la symétrie monoclinique. A ce point de vue, elle ressemble au sulfate correspondant, mais elle présente une plus grande dispersion.

Il est intéressant de constater que les propriétés optiques du sélénate double de magnésium et de césium peuvent être prévues étant données les constantes du sel de potassium et les lois de progression établies pour les sulfates doubles et les sélénates doubles du groupe du zinc.

2° SCIENCES NATURELLES.

A. Gangce : Sur la façon dont se comportent, dans le champ magnétique, l'oxyhémoglobine, l'hémoglobine oxycarbonée, la méthémoglobine et certains de leurs dérivés, et sur l'électrolyse des composés de l'hémoglobine. — Les recherches de l'auteur peuvent se résumer comme suit :

La matière colorante du sang, l'oxyhémoglobine, ainsi que l'hémoglobine oxycarbonée et la méthémoglobine sont des corps tout à fait diamagnétiques.

Les dérivés contenant du fer, l'hématine et l'acéthémine, sont des corps fortement magnétiques. Les différences, au point de vue magnétique, entre la matière colorante du sang d'une part, l'acéthémine et l'hématine d'autre part, montrent la profonde transformation

qui a lieu dans la molécule d'hémoglobine quand elle est décomposée en présence d'oxygène.

L'étude préliminaire de l'électrolyse de l'oxyhémoglobine et l'hémoglobine oxycarbonée semble montrer que, dans la matière colorante du sang, le groupe contenant le fer (duquel ses propriétés physiologiques dépendent) est (ou est renfermé dans) un radical électro-négatif; d'après les analogies, le fer, dans ce complexe, posséderait des propriétés diamagnétiques et non magnétiques.

M. C. Potter : Sur la maladie bactérienne du navet (*Brassica napus*). — Ce mémoire donne les résultats d'une étude sur la cause d'une maladie spéciale de la tête du navet. La maladie est visible sur les plantes en train de pousser dans les champs; quelques racines ont été trouvées toutes pourries; la partie détériorée est blanche et possède une odeur particulière et désagréable. La recherche microscopique la plus minutieuse n'a pas réussi à faire découvrir quelque trace d'hyphe de champignons supérieurs dans la masse attaquée, mais seulement une quantité considérable de bactéries. Les tissus sont complètement désorganisés, les cellules séparées les unes des autres le long de la lamelle moyenne; les parois des cellules sont molles, gonflées et faiblement striées; le protoplasma aussi a perdu sa couleur primitive et est devenu brun et contracté. La maladie peut être rapidement communiquée à des racines saines qui sont dans la période de croissance en faisant simplement une légère incision et en inoculant la racine à la partie atteinte.

Après de longues séries de cultures, une bactérie a été isolée et des cultures pures obtenues à partir d'un seul individu, lesquelles produisirent tous les symptômes du « rot blanc » lorsqu'il a été semé sur des morceaux stériles de navets vivants. Cette bactérie liquéfie rapidement la gélatine; c'est un bâtonnet court, mobile, avec une seule flagelle polaire, et, si on l'adopte la classification de Migula, il a été décrit sous le nom de *Pseudomonas destructans*. Quand il pousse dans le tissu d'une plante vivante ou dans des solutions nutritives, il sécrète une cytase; celle-ci a été isolée par la méthode bien connue de la précipitation par l'alcool, et il a été prouvé qu'elle était la cause de la dissolution des cellules, de l'amollissement et du gonflement des parois des cellules de l'hôte.

L'apparence du tissu malade n'a pas pu être entièrement expliquée par l'action de la cytase. On a découvert que le jus bouilli et filtré d'un navet qui s'est pourri sous l'influence d'une culture pure de *P. destructans* avait un puissant effet toxique sur la cellule d'une plante vivante. Ce toxique est de l'acide oxalique. Une réaction a probablement lieu entre le pectate de calcium de la lamelle moyenne et l'acide oxalique qui finit par la bactérie, le pectate de calcium neutralisant l'acide oxalique et permettant ainsi la croissance continue de la bactérie.

L'action de cette bactérie sur les tissus de plante vivante est semblable à celle de quelque champignon parasite; dans les deux cas, l'organisme envahi produit de l'acide oxalique qui agit comme un toxique du protoplasma et, décomposant le pectate de calcium, produit la dissolution des cellules; il y a aussi la sécrétion d'une cytase, qui a une action destructive sur la paroi de la cellule et la substance intercellulaire. La question du parasitisme de la bactérie a donc la même importance que celle des champignons, et on peut établir une homologie complète entre ces deux sujets. De nombreuses observations dans les champs permettent d'affirmer que le *P. destructans* est toujours introduit dans une partie blessée par l'intermédiaire des limaces et des larves.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — **Métrologie**

La troisième Conférence internationale du Mètre. — Les délégués des Etats signataires de la Convention du Mètre viennent de se réunir à Paris pour la troisième fois, afin de prendre connaissance du Rapport préparé par le Comité international des Poids et Mesures concernant les travaux exécutés depuis six ans dans le Bureau dont il a la haute surveillance, et de discuter en même temps le programme futur des recherches et les mesures propres à assurer la propagation du système métrique.

La Conférence a tenu quatre séances, dont l'une au Ministère des Affaires étrangères sous la présidence de M. Delcassé, et les trois autres au Pavillon de Breteuil, siège du Bureau international. M. Millerand, ministre du Commerce, a tenu à présider lui-même l'une des séances, et à témoigner, dans un beau discours, l'intérêt que le Gouvernement de la République prend à l'œuvre commune et au développement de la belle institution créée il y a vingt-cinq ans par une entente de la plupart des Etats civilisés; les autres séances ont été présidées par M. Bouquet de la Grye, vice-président de l'Académie des Sciences, remplaçant M. Fouqué, à qui, conformément aux dispositions de la Convention du Mètre, cette fonction revenait, et qu'une indisposition tenait momentanément éloigné de Paris.

Dans le Rapport présenté à la Conférence par M. Förster, président du Comité international, l'éminent directeur de l'Observatoire de Berlin a décrit sommairement les recherches faites pour établir, par des procédés dérivant de ceux de M. Michelson, des échelles micrométriques dont les valeurs sont déterminées avec une précision inconnue jusqu'ici, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à l'opération très longue et fastidieuse de l'étalonnage d'une règle; il a parlé aussi de la construction et de l'étude, entreprise par le Bureau, d'étalons du décimètre d'une grande perfection, dont un grand nombre d'exemplaires ont été répandus dans les observatoires et les laboratoires, et qui rendront de très grands services dans les mesures de précision; il a décrit enfin les longues et patientes recherches exécutées en vue de déterminer l'importante constante naturelle qui définit le rapport entre le kilo-

gramme et la masse du décimètre cube d'eau, et les expériences qui ont conduit à la découverte des propriétés si curieuses et si importantes des aciers au nickel. Ces divers travaux ont été développés dans des communications faites par le très distingué directeur du Bureau international, M. J.-R. Benoit, et par ses collaborateurs dévoués, MM. P. Chappuis et Ch.-Ed. Guillaume.

Il résulte en particulier de ces communications que la masse du décimètre cube d'eau est presque certainement comprise entre 999,940 et 999,975 grammes, limites beaucoup plus serrées que celles entre lesquelles oscillent les résultats des travaux anciens. Cependant, l'écart paraît encore un peu trop considérable, eu égard à la perfection des méthodes employées, et la Conférence a appuyé le projet du Comité de faire poursuivre les recherches afin de resserrer si possible encore ces limites.

La Conférence a été appelée aussi à se prononcer sur une définition rationnelle du litre, volume de 1 kilo d'eau pure, à son maximum de densité et sous la pression atmosphérique normale, et celle du kilo, unité de masse, représentée par la masse du kilo international.

Une résolution au sujet de ces définitions était désirable, afin de donner, aux législateurs, une base précise pour une terminologie encore mal fixée des poids et mesures.

Au sujet des législations, d'importants progrès ont été enregistrés depuis la dernière réunion de la Conférence, qui eut lieu en 1895. Parmi les vingt et un Etats qui contribuent actuellement à l'entretien du Bureau international, dix, dans lesquels le système métrique est obligatoire, ont sanctionné par des lois ou des décrets les étalons internationaux, qui sont aussi reconnus dans trois Etats où le système n'est pas obligatoire; dans les autres, ces étalons sont entrés dans l'usage sans qu'on ait jugé nécessaire jusqu'ici de leur donner une existence légale; mais cette reconnaissance d'un état de fait ne saurait tarder beaucoup à se produire.

Depuis six ans aussi, le système métrique a beaucoup progressé dans les pays qui, comme le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande ou les Etats-Unis d'Amérique, ne l'avaient que toléré ou autorisé. En

Angleterre, en particulier, il est légal depuis 1897, et admis à égalité avec le système britannique. En Russie, il est facultatif dans les mêmes conditions, et en Danemark, l'adoption en a été proposée dans une loi au sujet de laquelle les deux Chambres ne sont point encore arrivées à se mettre d'accord.

Le système métrique est aujourd'hui d'un usage général dans la Science; et, dans toutes ses applications aux mesures de laboratoires, le progrès qui reste à accomplir est fort peu de chose. En revanche, d'autres systèmes sont encore couramment employés par l'industrie, notamment dans les pays anglo-saxons, et c'est dans cette direction que la propagande en faveur du système métrique aura à s'exercer avec le plus d'efficacité. Sur ces sujets très actuels, la Conférence a écouté avec beaucoup d'intérêt les communications de M. Simon, au nom du bureau du Congrès des textiles, qui a adopté, l'an dernier, un numérotage des filés basé sur les unités métriques, et une autre communication de M. Sauvage, au nom de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, sur la question des filetages et du système international des pas de vis adopté par le Congrès de Zurich.

Dans une autre direction, le commandant Guyou, membre de l'Institut, a relaté les résultats très remarquables obtenus à bord de cinq bâtiments de l'Etat dans la détermination du point en mer à l'aide de trompèbres, c'est-à-dire de chronomètres à division décimale. Il ne s'agit point ici, bien entendu, de la décimalisation de l'heure civile, mais seulement de la division décimale des angles et du temps, qui permet d'exécuter des calculs très rapides des positions et d'éviter de nombreuses erreurs.

Le budget primitif du Bureau international était de 100.000 francs par an; puis il avait été réduit d'un quart, et, après une période d'essai de douze années, la Conférence, après avoir constaté que cette réduction ne pourrait être maintenue qu'au détriment du développement normal du Bureau, a décidé de recommander aux Gouvernements le retour à l'ancien budget. M. Millerand, dans la séance qu'il a présidée, s'est déclaré nettement favorable à cette augmentation. Une caisse de retraites a aussi été instituée pour le personnel du Bureau.

Enfin, il a été décidé que l'on pousserait activement les publications qu'un surcroît de travail avait obligé à ralentir depuis quelques années et qu'on continuerait la vérification périodique des étalons nationaux, qui seule peut assurer l'identité indéfinie des unités métriques dans le monde entier.

§ 2. — Physique

Une nouvelle relation entre les raies spectrales. — Dans les spectres, déjà nombreux, où l'on a pu grouper tout ou partie des raies en séries obéissant, avec une grande approximation, à la loi de Balmer ou à celle de Rydberg, la parenté des raies d'une même série s'accuse, en particulier, par un caractère découvert successivement par Hartley, Rydberg et Julius : ces raies ne sont pas simples; elles sont tout à la fois des doublets et des triplets et, si l'on appelle n, n' les nombres d'ondes (c'est-à-dire le nombre de longueurs d'onde contenues dans un centimètre) des composantes d'un doublet, la différence $v = n' - n$ est une constante pour tous les doublets d'une même série; de même, les nombres d'ondes de la deuxième et de la troisième raie d'un triplet s'obtiennent, en ajoutant, au nombre d'ondes de la première, des quantités v_1, v_2 , qui ont la même valeur pour toute la série. Y a-t-il une relation entre ces constantes spectroscopiques des éléments et les autres nombres qu'ont déterminés des procédés d'étude différents?

M. Rydberg a cherché à relier les constantes v, v_1, v_2 aux poids atomiques des métaux; il est arrivé à ce résultat que le quotient de v_1 par le carré du poids atomique est fonction périodique de ce poids atomique.

M. William Sutherland, de l'Université de Melbourne, vient de découvrir, entre les éléments d'une même famille, des relations numériques extrêmement simples, qui constituent un des pas importants qu'on a faits dans l'étude de la constitution des spectres, depuis la publication de la formule de Balmer, mais qui, faisant en quelque sorte un tout des éléments d'un même groupe, orientent les recherches dans une tout autre direction.

La relation générale est la suivante : les quantités v, v_1, v_2 sont des fonctions de la forme $\alpha p + \beta$, où p est un nombre entier, α et β des constantes qui ont la même valeur pour un groupe d'éléments. Ainsi, en faisant p successivement égal à 1, 3, 12, 28, et en prenant $\alpha = 19,6$, $\beta = -2$, on calcule pour les métaux alcalins les valeurs de v :

	Na	K	Rb	Cs
$v \dots \dots$	17,6	56,8	233,2	546,8

Les valeurs observées sont :

	17,2	56,8	234,4	545,0.
--	------	------	-------	--------

Dans la série Zn, Cd, Hg on trouve, pour v_1 , en faisant $\beta = 0$, et en prenant les valeurs 1, 3, 12 de p :

$v_1 \dots \dots$	386,4	1.159,2	4.636,8
-------------------	-------	---------	---------

à côté de

	386,4	1.159,4	4.633,3.
--	-------	---------	----------

M. Sutherland a calculé les α et β pour les groupes suivants :

$v_1 \dots \dots$	Mg	Ca	Sr	Ba
$v \dots \dots$		Cu	Ag	Au
$v \dots \dots$		Ga	In	Tl

Ici, il y a une petite ombre au tableau; pour les corps inscrits dans l'avant-dernière colonne, la concordance cesse d'être aussi bonne.

Les valeurs 1, 3, 12, 28, qu'on a données à p , sont celles que prend l'expression :

$$1 - \frac{3}{2}n + \frac{7}{2}n^2$$

quand on y fait successivement $n = 0, 1, 2, 3$. Il est impossible de conserver cette expression quand on passe à d'autres quantités v ; on a alors :

v_2 (famille de Zn)	$p = 1, 3, 10.$
v_2 (famille de Mg)	1, 3, 12, 24.
v (certains doublets de Ca, Sr, Ba)	3, 12, 26.

Il paraît bien difficile, malgré la légère différence de ces quatre séries de facteurs, de considérer comme un pur hasard l'existence de relations numériques à coefficients entiers entre les valeurs de v, v_1, v_2 , relatives aux éléments d'une même famille. Le Mémoire où M. Sutherland a fait connaître ce résultat contient beaucoup d'autres considérations intéressantes, destinées à étayer l'idée que tous les spectres doivent leur naissance à des vibrations tournantes d'électrons, dérivant d'une même oscillation fondamentale; mais ce travail demanderait une étude approfondie et il nous a paru préférable d'isoler et de mettre en relief le résultat le mieux établi et le plus inattendu.

§ 3. — Botanique

L'enseignement de la Botanique dans les Universités. — Notre très distingué collaborateur M. Vuillemin rend compte, dans une autre partie de la *Revue* d'un intéressant et très original *Traité de Biologie végétale*, dû à M. Pavillard. Nous voudrions prendre occasion de la publication de ce livre pour appeler l'attention des professeurs sur une question de pédagogie scientifique que M. Ch. Flahault a spé-

* Voir plus loin, page 932

cialement traitée dans la préface qu'il a donnée à cet ouvrage.

L'éminent professeur de Montpellier est, on le sait, particulièrement qualifié pour apprécier les méthodes en vigueur dans l'enseignement des Sciences naturelles, et nous devons être attentifs au cri d'alarme qu'il profère au sujet des tares fondamentales, des lacunes et des dangers d'une pédagogie surannée, où tant de place est encore laissée à une routine irréflective et incohérente.

M. Flahault rappelle d'abord les conditions actuelles de l'enseignement des Sciences naturelles, en particulier de la Botanique, dans nos établissements universitaires. Conformément à l'évolution de nos connaissances, la *théorie cellulaire* y joue un rôle prépondérant; elle est la base fondamentale de tout le système, le point de départ de toutes les déductions; elle s'impose, comme inévitable, à l'esprit des maîtres et des élèves. Ouvrez n'importe quel ouvrage élémentaire: il débute invariablement par la notion de la cellule, par l'analyse abstraite de sa constitution, de ses attributs, de sa systématique. Cette méthode est loin d'être à l'abri de tout reproche.

« A partir du jour où il est établi que la cellule est l'élément fondamental de tout organisme vivant, écrit M. Flahault, il semble que tout livre destiné à l'enseignement de la Botanique doive nécessairement commencer par l'analyse détaillée de la cellule. Cette manière a ses avantages; nous nous garderions d'y trouver à redire, lorsqu'il s'agit d'un enseignement préparé par la connaissance générale des objets de la Nature. Mais l'enfant échappe à peine à cette obsession: on daigne encore lui dire ce qu'est une plante, à quoi servent ses diverses parties; c'est une concession à son jeune âge; le temps des leçons de choses passé, on n'y revient plus. L'enfant est au lycée; il va subir une longue réclusion pour apprendre à faire bon usage de la liberté. Il ne verra plus la Nature qu'en rêve, ou pendant de courtes envolées. Ses maîtres, obéissant à des exigences étrangères à la Science, n'ont pas le pouvoir de la lui montrer, de lui en faire apprécier la sublime harmonie. La discipline le vent ainsi.

« La parole du maître doublée de manuels, ce sont les seuls moyens par lesquels les jeunes gens de nos grandes villes, sans contact avec la Nature, apprendront à la connaître. On a pourtant la prétention de ne pas la leur laisser ignorer. Pour y réussir, on l'analyse jusque dans les détails les plus minutieux; on en dissèque tous les éléments constitutifs. On étudie les fonctions indépendamment les unes des autres et, parfois, pour plus de simplicité, en dehors des organes qui les accomplissent. L'horizon est de plus en plus borné. La Botanique, ainsi traitée, devient une science abstraite qui a la Nature pour objet. L'étude de la Nature est bien le thème développé; mais il semble que cette Nature soit hors d'atteinte; on parle des objets qui nous entourent comme on parlerait des étoiles. On ne les décrit pas; on ne les montre pas, et les détails minutieux qu'on en fait connaître n'en laissent pas moins l'objet le plus vulgaire dans le monde des abstractions. On met beaucoup de logique à catégoriser les faits; chaque chapitre est un compartiment bien clos, on entrevoit à peine ses rapports avec les compartiments voisins. Au milieu de cet ordre parfait, nous ne voyons plus vivre la plante; nous n'avons plus l'idée du fonctionnement harmonique de toutes ses parties. Elle est le substratum de ses phénomènes déterminés avec précision, mais ce substratum est quelconque, comme le ballon ou le creuset où s'accomplit une réaction chimique. »

Une telle méthode apparaîtra, sans doute, comme le résultat de notre régime de centralisation absolue, où toute tendance individuelle est paralysée par l'uniformité des programmes, tout écart d'indépendance bridé par la contrainte des obligations administratives, régime dont l'idéal semble être le fonctionnement automatique de mécanismes immuables, de rouages parfaitement réglés, mais dont toute âme serait absente.

L'abus des classements artificiels, des procédés géométriques et des vues *a priori*, la multitude des noms de genre et d'espèce, et des termes techniques, suffisent amplement pour stupéfier les jeunes gens, en sollicitant l'intervention exclusive de la mémoire, pour bannir de leur esprit, comme de celui des maîtres, toute tentative d'effort intellectuel, pour étouffer chez eux toute aptitude à l'investigation personnelle.

La conquête rapide d'un grade plus ou moins auréolé, palladium indispensable à l'entrée de toute carrière libérale, est, pour le plus grand nombre, le but suprême d'une scolarité laborieuse, qui dicte, à l'examen, les réponses stéréotypées, incomprises ou retenues à l'aide de futiles procédés mnémoniques.

Qui ne voit au bout d'un pareil régime l'effacement complet de la personnalité, le recul, peut-être l'atrophie d'une intelligence, comprimée dans son essor par des procédés niveleurs et tortionnaires? L'enfant modelé par la contrainte, façonné d'avance à tous les renoncements, hésite, et sent sa raison faiblir à la plus légère contradiction. Son esprit, habitué aux affirmations sommaires, aux jugements *ex cathedra*, recule devant tout essai de critique, s'abstient de toute initiative soit pour découvrir, soit même pour comprendre.

« Les jeunes gens qui nous viennent, écrit encore M. Flahault, ont tout appris; mais ils ne savent rien par eux-mêmes. Ils n'ont aucune certitude. Pour peu qu'on les pousse, ils s'abritent derrière l'autorité de leur professeur: *Magister dixit*; « c'est ce qu'on m'a dit ».

On a parlé de la faillite de la Science: c'était une bêtise; mais ne semble-t-il pas que nous marchions, tête baissée, vers la faillite de notre éducation scientifique?

Bien lourde est la charge des professeurs de l'enseignement secondaire, obligés de se tirer d'affaire dans un cadre aussi restreint, en accommodant leur rôle d'éducateurs aux exigences du mécanisme administratif. Autrement grave serait la responsabilité des maîtres de l'enseignement supérieur, si, ne s'avisant pas des devoirs qu'impose leur situation privilégiée, — l'entière liberté dont ils jouissent, — ils ne s'efforçaient d'orienter leur enseignement dans le sens du progrès intellectuel et moral de leurs disciples. Leur rôle est nettement tracé:

« Si toutes les aptitudes natives et latentes de l'enfant pour l'observation n'ont pas été étouffées, s'il reste encore chez le jeune homme quelque désir d'aller vers elle assez fort pour déterminer le choix d'une carrière scientifique, agricole, médicale ou autre, notre devoir est d'éprouver ces aptitudes au plus vite et de donner une autre direction aux jeunes hommes lorsqu'elles ne sont pas confirmées.

« Nous avons le devoir de faire l'éducation de la pensée par l'observation. Les sciences physiques et naturelles en fournissent d'excellents moyens. Il s'agit beaucoup moins pour nous de bourrer l'esprit et la mémoire de la masse des faits acquis à la science que de former l'esprit à l'observation personnelle. Que le jeune étudiant soit mis, dès le premier jour, en face de la Nature pour l'interroger lui-même; qu'on lui mette entre les mains les moyens de contrôler les faits sur lesquels le maître s'appuie et d'en faire la preuve et, s'il est capable de penser, on verra bien vite se développer chez lui la curiosité de l'observation personnelle, l'esprit de contrôle et de critique. Ce devoir de former des intelligences et de les dégager des procédés scolastiques préoccupe les maîtres de l'enseignement supérieur qui vivent en contact constant avec leurs élèves. Il n'est pas besoin, pour y réussir, de tout enseigner. Il faut et il suffit que, suivant le but qu'il vise, l'étudiant puisse se faire, sur la majorité des faits qu'on lui enseigne, une opinion qui lui soit propre. »

Fortifier le jugement, développer et affermir l'intelligence, exercer l'esprit par l'observation des phénomènes de la Nature, par la recherche personnelle des causes et des relations, cela vaut mieux, sans doute,

que dérouler l'entendement et décourager les vocations par les vains artifices d'une nomenclature outrancière, par les compilations indigestes, l'analyse sèche et minutieuse des moindres détails, l'étalage puéril des réactifs, flacons et appareils. Mettre les jeunes gens en présence du monde organisé, les intéresser aux formes dominantes, aux aspects caractéristiques, les initier aux manifestations essentielles de la vie des végétaux et des animaux, tel nous apparaît le régime rationnel de l'enseignement des sciences naturelles dans les Universités. Méthode bien simple, en vérité ; et, pourtant, que de lacunes, de négligences ou de défaillances dans l'application ! Nombreux sont les étudiants qui arrivent à la licence sans avoir jamais vu d'autres plantes que celles qui végètent dans le sol artificiel des jardins botaniques. Nous pourrions citer telle Faculté où l'on n'herborise jamais !

Est-elle réellement propre à élever l'esprit, à « l'ouvrir au sentiment de l'harmonie universelle des êtres vivants », cette dogmatique froide et prétentieuse qui se flatte d'éclairer un point obscur de la philosophie naturelle, en ramenant la suggestive évolution des Fougères à la *succession de deux tronçons de longueur inégale* !

Que dire encore ? Le mal est grave, mais il n'est pas irréparable. De toute part, en effet, surgissent déjà d'heureux symptômes. Depuis quelques années, un souffle puissant, régénérateur, a passé, emportant au loin les antiques formules, les procédés routiniers, encombrant héritage du passé. En Physique appliquée, en Chimie industrielle, dans toutes les formes de l'Art, des progrès admirables ont été réalisés.

Sous l'impulsion des conquêtes prodigieuses du savoir humain, de l'étonnante éclosion d'idées qui est sortie de ces conquêtes, grâce enfin à l'influence d'un sens critique toujours plus raffiné, l'enseignement scientifique en France a commencé à sortir de sa torpeur ; un malaise indéfinissable s'est emparé de tous les esprits ; les meilleurs ont eu comme l'intuition d'avoir fait jusqu'ici fausse route. A l'œuvre donc, et qu'on réforme, puisqu'il en est temps encore !

C'est d'abord l'organisation du travail qu'il importe d'adapter à son rôle, en restituant à l'éducation individuelle, à l'investigation personnelle, la prépondérance usurpée par la forme doctrinaire de l'enseignement magistral :

« Lorsqu'il s'agit de l'enseignement supérieur des sciences biologiques, les cours professés à l'amphithéâtre doivent être subordonnés ; ils doivent être le complément de l'enseignement des laboratoires, en relier les diverses parties, en établir l'enchaînement, en tirer les conclusions. L'enseignement des laboratoires régularise et complète ce que l'observation directe de la Nature a, nécessairement, de fortuit et de fragmentaire. Le laboratoire, c'est l'observation de la Nature endiguée, régularisée, dirigée ; mais, il ne faut pas l'oublier, quoi qu'on fasse, la Nature ne se laisse pas emprisonner et contraindre. Bon gré, mal gré, il faut y revenir, ou mieux commencer par elle, et lui demander tout ce qu'elle peut donner directement.

« N'est-ce pas là, d'ailleurs, que tend l'effort entier de notre peuple ? Pouvons-nous demeurer étrangers à ce mouvement qui partout, hors de France, pousse les maîtres de la Science à délaisser les facilités de leurs laboratoires pour se mettre en rapport plus intime avec la Nature par l'observation directe des faits, par la recherche des rapports de l'être avec le milieu qui l'entoure ? De quelles découvertes insoupçonnées ne sommes-nous pas redevables à ces vaillants champions de la vérité qui, des pôles à l'équateur, des forêts tropicales aux neiges éternelles, forcent la Nature à leur livrer ses secrets : Haberlandt, Kerner, Fritz Müller, Schimper, Treub, Warming, et tant d'autres. En voulant que les botanistes... sachent observer la Nature, nous suivons la voie où s'engage la Science. On ne devient pas naturaliste par d'autres moyens. »

En second lieu, c'est la forme même de l'enseigne-

ment qu'il faut mettre à la hauteur des progrès généraux de l'esprit humain et de l'évolution de la pensée scientifique. Depuis un demi-siècle, des notions nouvelles se sont fait jour ; des idées anciennes, naguère dominantes, ont décliné ; quelques-unes ont été totalement abandonnées ; d'autres les ont remplacées, déjà entrevues dans le passé, ou nées d'hier, et dont l'essor fut aussi rapide que brillant. Chacune doit trouver sa place dans un enseignement rationnel, fondé sur l'interprétation légitime des formes et des phénomènes. S'adressant à des jeunes gens, dont la culture intellectuelle offre pour garants les diplômes déjà conquis, l'enseignement supérieur doit dépouiller toute la raideur d'une dogmatique impérieuse, sans s'abaisser au terre à terre de la leçon de choses ; faire appel au sens critique, à l'esprit d'analyse, sans rien concéder à la curiosité mesquine et frivole. Aux conceptions simplistes, peut-être erronées, de l'unité du Règne végétal, de l'indépendance des deux domaines, morphologique et physiologique, il doit substituer un enchaînement méthodique, un développement harmonique des progrès de l'organisation, de la différenciation des fonctions, des rapports de l'être avec le milieu.

C'est les yeux fixés sur le monde qui nous entoure, que l'étudiant doit être initié à l'épanouissement graduel de la vie des plantes et des formes végétales. L'humble plasmode des Myxomycètes, le grumeau protoplasmiqne lui fournira l'occasion d'analyser les propriétés vitales fondamentales, manifestations obscures, mais universelles, de la vie de toute matière vivante.

La théorie cellulaire, déchue de son rang usurpé de souveraine, sera remise à sa place dans le cortège méthodiquement ordonné des progrès morphologiques.

La grande loi de la division du travail, introduite dans les sciences biologiques par la sagacité d'un H. Milne-Edwards, ressortira comme le trait d'union nécessaire des deux domaines, anatomique et physiologique, comme le mécanisme créateur, le principe dominateur de toutes les conquêtes réalisées dans l'ordre du progrès morphologique, comme le guide infailible à l'aide duquel nous pouvons gravir, d'échelon en échelon, tous les degrés de l'organisation, depuis les êtres les plus élémentaires jusqu'au sommet de la série végétale.

Enfin, la concurrence vitale, la lutte pour l'existence, conception géniale d'un poète, devenue réalité vivante par l'effort continu de plusieurs générations de penseurs, répandra sur tout le domaine de la philosophie naturelle la clarté lumineuse de ses explications, élucidant tous les problèmes, répondant à toutes les questions légitimes, s'appliquant à tous les processus de l'évolution individuelle, à tous les mécanismes de l'adaptation, à tous les facteurs multiples de la survie spécifique et de l'extension territoriale.

Quel tableau impressionnant pourrait dresser un botaniste, connaissant et aimant la Nature, et bornant ses désirs à la faire connaître et aimer par d'autres ! Affranchi de la tutelle de l'anatomiste, qui dissèque, et du collectionneur, qui dessèche, il n'aurait d'autre ambition que de montrer la plante, mais la plante vivante, en place, dans la plénitude de ses fonctions, dans l'infinité diversifiée de ses manifestations vitales, dans ses rapports multiples avec le temps, le milieu et les autres plantes ; tâche grandiose, mais non surhumaine, dont s'acquittent, avec un succès aujourd'hui notoire, les éminents directeurs de l'Institut Botanique de Montpellier.

En signalant ici à nos lecteurs les remarques que l'un d'eux vient d'émettre incidemment, dans la préface d'un Traité didactique, au sujet des procédés ordinaires d'enseignement, nous ne devons pas omettre d'indiquer combien fécondes se sont montrées les méthodes qu'il préconise. Il s'agit là, en effet, non de vues *a priori* et qu'il resterait à soumettre au contrôle de l'expérience, mais de tout un système d'éducation scientifique soigneusement appliqué et qui, à l'heure actuelle, a fait ses preuves. Louis Olivier.

LA PATHOGÉNIE DU GOITRE EXOPHTALMIQUE

Le goitre exophtalmique, cette curieuse maladie que caractérisent trois grands symptômes, l'hypertrophie de la glande thyroïde ou goitre, la projection du globe oculaire ou exophtalmie et l'accélération persistante des battements du cœur, très bien connue cliniquement dans toutes ses particularités et dans son évolution, est encore inexplicée. Et, sans contredit, c'est une des questions médicales les plus discutées de ce temps que la question de sa pathogénie. Il me semble cependant que, grâce à plusieurs travaux publiés dans ces dernières années, il n'est pas impossible présentement de délimiter le champ des hypothèses.

I

En premier lieu, la remarque s'impose de l'abandon définitif des anciennes théories. Aucun médecin sans doute ne considère plus maintenant le goitre exophtalmique comme une maladie du cœur ou comme une névrose pure et simple.

II

Il faut aussi abandonner la théorie plus récente de la suractivité fonctionnelle de la glande thyroïde ou, pour employer un néologisme usité, de « l'hyperthyroïdation ». Depuis que cette hypothèse a été mise au jour, on a fait observer que les injections d'extrait thyroïdien ou « l'alimentation thyroïdienne » n'ont, en définitive, jamais donné lieu au syndrome décrit par Basedow et par Graves. Il n'eût pas été difficile cependant, au cas où cette conception eût été exacte, de l'appuyer solidement sur des vérifications expérimentales. En fait, personne n'a réussi, même en administrant pendant longtemps à des animaux des extraits thyroïdiens, à réaliser la maladie. C'est déjà ce que constatait Brissaud, en 1895, dans son *Rapport sur le corps thyroïde et la maladie de Basedow*, au VI^e Congrès des aliénistes et neurologistes français : « Chez le chien, disait-il, l'ingestion de lobes thyroïdiens en quantité considérable ne provoque ni la tachycardie, ni l'exophtalmie, ni le goitre. Quant aux accidents qui, chez l'homme, résultent de la médication thyroïdienne intempestive ou excessive, ils n'ont aucun rapport, en quoi que ce soit, avec la maladie de Basedow. » Dans ce même Congrès, je montrai moi-même que la plupart des symptômes du goitre exophtalmique, sinon tous, pourraient aussi bien s'expliquer par une diminution que par une exagération de la fonction thyroïdienne.

« L'idée de la diminution de la sécrétion thyroïdienne comme cause de cette maladie, disais-je, peut être défendue par des raisons aussi valables que l'idée de l'exagération de cette sécrétion. » Un peu après, Walter Edmunds écrivait à son tour¹ : « Le contraste entre la maladie de Graves et le myxœdème n'existe bien que pour le myxœdème chronique ; dans le myxœdème aigu, tel qu'on le voit chez les chiens, et quelquefois chez les singes, il y a des tremblements et des attaques de dyspnée qui ressemblent à ceux de la maladie de Graves. »

Le seul argument qui pourrait encore être invoqué en faveur de l'hyperthyroïdation, c'est celui que l'on a tiré des bons effets de la thyroïdectomie dans le goitre exophtalmique. Les statistiques de ce traitement chirurgical qui ont été produites à la LXXI^e Réunion des Naturalistes et Médecins allemands Munich, 17-22 septembre 1899) donnent près de 70 % d'améliorations (Rehn, Reinbach, Kimmel). Mais Allen Starr, dans un autre travail de statistique, publié en 1896 dans les *Medical News*, rapporte que, sur 190 opérés (thyroïdectomie partielle), il y eut 33 morts immédiates ; et, à ces désastres de la méthode, il faut ajouter les simples échecs et les cas d'amélioration passagère suivie de récurrence. Enfin et surtout, il importe de se rappeler que l'on a plusieurs fois obtenu la guérison du goitre exophtalmique non seulement par des traitements médicaux très divers, dont il est inutile de parler ici, mais aussi par la résection du sympathique cervical (c'est là un point que j'examinerai tout à l'heure) ou bien par l'alimentation thyroïdienne. Les observations concernant cette dernière méthode, très gênantes pour les partisans de l'« hyperthyroïdation », ne peuvent être mises en doute. J'ai été moi-même appelé occasionnellement, il y a plusieurs années, à faire appliquer ce traitement dans un cas grave de goitre exophtalmique et j'en ai constaté le succès ; j'ai vu la tumeur thyroïdienne diminuer de volume, les tremblements disparaître, le cœur se ralentir un peu et les forces revenir peu à peu. Ainsi donc la thérapeutique du goitre exophtalmique n'est pas simple et une. Le vieil aphorisme : *Naturam morborum ostendunt curationes*, ne s'applique pas au traitement chirurgical de cette maladie ; car il n'a de valeur que s'il est absolu. Une médication ne peut avoir de signification pathogénique qu'à la

¹ WALTER EDMUNDS : Observations and experiments on the pathology of Graves's disease. *Transactions of pathol. Soc. of London*, 1895 et *Journal of Pathol. and Bacteriol.*, January 1896.

condition de réussir dans tous les cas. La théorie de « l'hyperthyroïdation » se trouve donc déposée de sa preuve la plus solide en apparence.

III

Pendant que la théorie de « l'hyperthyroïdation » essayait de se maintenir, une autre conception se faisait jour, amenant un nouveau traitement du goitre exophtalmique, dont le résultat à son tour apparaissait comme constituant la preuve la plus sûre à l'appui de cette conception. On voulut voir la cause de la maladie dans une excitation permanente du sympathique cervical. Cette idée avait déjà été émise par Trousseau. Elle fut implicitement reprise par Jaboulay (de Lyon) pour justifier son traitement du goitre exophtalmique par la section du sympathique cervical. Elle a été exposée avec une grande clarté par Ch. Abadie ¹.

Il est très vrai que l'on peut, en supposant une excitation permanente des filets nerveux vasodilatateurs de la glande thyroïde et de la tête, expliquer la dilatation des artères de la tête et du cou, la projection du globe oculaire, le gonflement de la thyroïde; d'autre part, la tachycardie et la dilatation de la pupille tiendraient à l'excitation des nerfs accélérateurs du cœur et des nerfs dilatateurs de la pupille, qui ont une commune origine dans la moelle et qui suivent les mêmes voies que les vaso-dilatateurs de la tête.

Dans cette conception cependant, ni les tremblements, ni les convulsions épileptiformes, ni les crises de dyspnée, ni la polyurie, ni la diarrhée, ni la boulimie, ni l'anémie, ni la faiblesse, ni la cachexie, que présentent si souvent les malades dont il s'agit, ne se trouvent expliqués. Je n'insisterai pourtant pas sur ce point, car une remarque plus importante est tout de suite à présenter.

De quoi dépend cette excitation permanente de cette partie du système sympathique? On ne nous le dit pas.

Ce phénomène ne s'explique pourtant point par lui-même; il a donc besoin à son tour d'une raison causale. C'est qu'il en est de cette théorie comme de toutes les théories pathogéniques dites nerveuses; elles ne se suffisent pas. Une lésion nerveuse, un trouble nerveux fonctionnel peuvent bien rendre compte de toute une série de désordres, mais ils doivent avoir eux-mêmes une cause qu'il faut déterminer. La conception dont il est question ne pourrait donc, à supposer qu'on l'admit sans réserves, constituer qu'une étape dans la voie des explications.

¹ ABADIE : Pathogénie et traitement du goitre exophtalmique. *Presse médicale*, 3 mars 1897, p. 93.

IV

A la même époque à peu près où se produisait cette théorie, nos connaissances sur la physiologie de l'appareil thyroïdien subissaient une évolution. Jusqu'en 1891, les physiologistes ne connurent que la glande thyroïde proprement dite. Mes recherches, publiées à la fin de cette année et en 1892-93 ⁴, établirent le rôle important des petites glandules annexées à cette glande, ou glandules parathyroïdes. Cette donnée fut confirmée par plusieurs expérimentateurs. Entre temps, A. Nicolas (de Nancy) ² et Kohn (de Prague) ³ montrèrent que les glandules sont au nombre, non pas de deux, comme je l'avais cru d'abord, mais de quatre. L'existence de ces deux paires de glandules fut constatée sur des animaux de diverses espèces. Il devenait alors indispensable de chercher quels seraient les effets de l'extirpation simultanée de toutes les parathyroïdes. J'avais dit précédemment (*Arch. de Physiol.*, 1892) que l'extirpation des glandules externes ne détermine aucun accident; mais il se pouvait que la suppression de celles-ci et des deux glandules internes en même temps provoquât des troubles. Les premiers, Vassale et Generali réalisèrent cette expérience ⁴; les chiens et les chats opérés présentèrent les accidents habituels de la thyroïdectomie, suivis de mort rapide. Rouxeau (de Nantes) et moi-même, indépendamment l'un de l'autre, nous fîmes voir que l'on peut observer le même fait sur le lapin ⁵, et je le vérifiai sur le chien ⁶. Moussu ⁷ confirma à son tour les résultats des recherches de Vassale. De ces données nouvelles plusieurs expérimentateurs tirèrent très vite la conclusion que la glande et les glandules ont des fonctions absolument distinctes.

Il n'est pas inutile de remarquer combien cette conclusion était prématurée. Je possède deux cas de survie, chez le chien, après extirpation de toutes les glandules, un seul lobe de la thyroïde étant conservé. J'ai observé, d'autre part, sur deux autres animaux, à la suite de la même opération, le développement lent d'accidents qui se sont aggravés après l'ablation d'un lobe restant de la thyroïde et ont alors amené la mort. J'ai vu un fait du même genre chez le chat. Un autre chien, après la parathyroïdectomie, n'a présenté que des

⁴ C. R. de la Soc. de Biol. et *Archiv. de Physiol.*

² Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy, V, p. 13, 3 mai 1893.

³ *Archiv f. mikrosk. Anat.*, XLIV, p. 366, 1895.

⁴ VASSALE et GENERALI : *Riv. di patol. nerv. e mentale*, 1896, I, p. 95 et 249.

⁵ ROUXEAU : *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 9 janvier 1897, p. 17. — E. GLEY : *Ibid.*, p. 18 et *Bull. du Muséum d'Hist. natur.*, 1897, n° 1, p. 23.

⁶ E. GLEY : *loc. cit.*

⁷ G. MOUSSU : *Soc. de Biol.*, 16 janvier 1897, p. 44.

troubles nutritifs qui ont mis un mois à évoluer jusqu'à l'issue fatale. Sur le lapin, enfin, j'ai vu plusieurs fois l'extirpation des glandules externes (celle de la glande ayant été faite préalablement depuis un certain temps) n'être suivie que de troubles nutritifs chroniques entraînant la mort en un mois environ. Walter Edmunds a également observé des cas de survie (4 sur 9) chez les chiens parathyroïdectomisés¹. Et il considère cette opération, contrairement à Vassale et Generali, à Moussu, à Lusena, comme moins grave que la thyroïdectomie complète (ablation de l'appareil thyroïdien tout entier, glande et glandules). Telle serait aussi mon opinion.

L'idée d'une distinction absolue entre ces deux parties du même appareil est donc déjà battue en brèche par ces expériences. D'autres faits, d'un autre ordre, la contredisent encore. Ainsi, Walter Edmunds a montré que la suppression des parathyroïdes entraîne des modifications histologiques dans la glande. Je reviendrai plus loin sur ce point. Vassale et Generali ont eux-mêmes trouvé que, chez les chiens qui succombent à la parathyroïdectomie, les vaisseaux lymphatiques de la thyroïde ne contiennent plus de substance colloïde. G. Lusena, vérifiant cette observation, a vu que, dans les cellules de la thyroïde des chiens en tétanie, après la parathyroïdectomie, on ne trouve plus de granules colloïdes². Cette sécrétion est donc strictement dépendante de la présence des glandules parathyroïdes. Or, le rôle physiologique de la sécrétion colloïde paraît indiscutable. D'autres expériences du même auteur, il résulte que la médication parathyroïdienne agit aussi bien sur les accidents consécutifs à l'extirpation de la thyroïde que sur ceux qui suivent l'extirpation des parathyroïdes. — Autre chose maintenant. Je rappellerai que j'ai trouvé³ autant et plus d'iode dans les glandules que dans la glande chez le chien et chez le lapin, et que Lafayette Mendel⁴ a récemment confirmé ce fait intéressant. Or, nous savons que l'iode est nécessaire à l'action de la sécrétion thyroïdienne. — D'autre part, ver Eecke⁵, dans des expériences très bien conduites sur le lapin, a établi que les échanges nutritifs subissent des modifications de même sens après la thyroïdectomie totale ou partielle (réduite à l'ablation de la thyroïde proprement dite).

Pour toutes ces raisons, il me semble que l'idée que j'ai émise dès 1897⁶, à savoir qu'il se pourrait

fort bien qu'il y eût entre la thyroïde et les parathyroïdes une véritable association fonctionnelle, devient de plus en plus plausible. Walter Edmunds a été amené, de son côté, à conclure de ses recherches (*loc. cit.*, mai 1899, p. 71) que ces deux sortes de glandes ne sont pas indépendantes, puisque l'extirpation des lobes thyroïdiens amène des modifications de structure dans les parathyroïdes et que l'extirpation de celles-ci provoque de même des altérations dans la thyroïde. Je noterai encore volontiers ici que Cunningham (de New-York) a trouvé dans une parathyroïde de chien, à la fois les deux tissus, thyroïdien et parathyroïdien, et que Walter Edmunds a eu aussi l'occasion de faire la même constatation (*loc. cit.*, p. 71). Ainsi, on peut démontrer physiologiquement qu'il n'y a pas indépendance entre la glande et les glandules.

Voyons maintenant si de toutes ces recherches sur les glandules parathyroïdes ne sont pas sorties des conséquences pathologiques. Il me semble que deux théories en sont plus ou moins directement issues, relatives à la pathogénie du goitre exophtalmique.

1^o. — Les expériences de Vassale et celles de Moussu avaient conduit leurs auteurs à cette conclusion que la thyroïde et les parathyroïdes constituent deux organes différents. La suppression du premier de ces organes n'amènerait que des troubles trophiques (plus ou moins analogues au myxœdème de l'homme), et celle du second déterminerait des accidents convulsifs et la mort. D. A. Welsh¹ peut être rangé aussi parmi les promoteurs de cette théorie. Moussu, poursuivant cette voie et appliquant cette idée à la pathologie, émit l'hypothèse que le goitre exophtalmique relèverait d'une « insuffisance parathyroïdienne »². « On ne peut s'empêcher, dit-il, d'établir un rapprochement entre cette symptomatologie celle de l'insuffisance parathyroïdienne » et celle de la maladie de Basedow » (*loc. cit.*, p. 71). Mais comment cet auteur a-t-il pu concevoir que les symptômes de la maladie de Basedow résultent de la perte ou de la diminution de la fonction parathyroïdienne, alors que les effets essentiels de l'extirpation des parathyroïdes ne sont nullement identiques à ces symptômes ? La suppression des parathyroïdes ne réalise pas plus la maladie que l'administration

myxœdème (12^e Congrès intern. de Méd., Moscou, 1897). Voy. aussi du même auteur : Les relations actuelles entre la physiologie et la pathologie de la glande thyroïde. Physiologie pathologique du myxœdème (*Revue gén. des Sc.*, 15 janvier 1898) et : Glande thyroïde et glandules parathyroïdes (*Presse médicale*, 12 janvier 1898).

¹ *J. of Anat. and phys.*, XXXII, p. 292-307 et 380-402, 1898.

² Moussu : *Recherches sur les fonctions thyroïdienne et parathyroïdienne* (Thèse, Paris, 1897).

¹ *J. of Pathol. and Bacteriol.*, may 1899.

² G. LUSENA : *Fisio-patologia dell'apparecchio tiro-parathyroïdeo*, Firenze, 1899.

³ *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 2 août 1897.

⁴ *American J. of Physiol.*, III, p. 283, 1900.

⁵ *Arch. intern. de Pharmacodynamie*, IV, p. 81, 1898.

⁶ E. GLEY : Rapport sur la physiologie pathologique du

exagérée d'extrait thyroïdien¹. On a, d'ailleurs, vu plus haut qu'il y a des cas où la parathyroïdectomie n'est suivie d'aucun accident d'aucune sorte.

Un peu plus tard, sans doute, Moussu a essayé d'appuyer cette hypothèse sur les résultats du traitement du goitre exophtalmique par l'administration de glandules parathyroïdes; mais il n'a publié qu'une seule observation, dans laquelle, sous l'influence de ce traitement, il se produisit une amélioration de la maladie². D'un autre côté, je sais bien que Easterbrook et Hutchison³ ont vu que l'alimentation parathyroïdienne est sans utilité dans le myxœdème. Mais, pour asseoir une théorie pathogénique sur des observations du genre de celle que Moussu a publiée, il faudrait en avoir au moins un certain nombre. D'ailleurs, le fait, s'il se vérifiait, serait passible d'une autre explication. On pourrait penser que l'introduction de glandules parathyroïdes dans un organisme dans lequel la fonction thyroïdienne est troublée, apportée au corps thyroïde lui-même, incontestablement altéré dans la maladie de Graves, quelque chose qui lui manquait et qui rétablit son fonctionnement normal. De fait, comme je l'ai déjà dit plus haut, Lusena, qui a récemment beaucoup étudié les effets de la parathyroïdectomie, déclare que « l'organothérapie parathyroïdienne modifie avantageusement d'une façon certaine aussi bien le syndrome thyroïdoprique que le syndrome parathyroïdoprique » (*loc. cit.*, p. 102). Et c'est ici le lieu de rappeler les observations de Walter Edmunds⁴ qui montrent qu'après l'extirpation des parathyroïdes la glande thyroïde est profondément altérée. — Quant aux observations de Easterbrook et Hutchison, n'est-il pas possible de les expliquer par la supposition légitime que l'alimentation parathyroïdienne peut demeurer sans effet dans le myxœdème parce que la glande thyroïde est gravement malade et que la substance ainsi administrée ne trouve plus ou plus assez de tissu sain sur lequel agir.

2°. — Il faut donc en arriver à une conception nouvelle, qui me paraît reposer sur un ensemble de preuves expérimentales, histo-physiologiques et chimiques.

Considérons d'abord les preuves d'ordre histo-physiologique. Ce sont les faits si bien observés par Walter Edmunds. Cet expérimentateur a montré, d'une part, qu'il se produit chez le chien, après l'extirpation des parathyroïdes, si l'animal survit

quelques jours, une hypertrophie de la glande thyroïde (développement de vaisseaux et de tissu embryonnaire) et que la substance colloïde disparaît des vésicules, si l'animal survit plus longtemps; cette dernière constatation a été faite aussi par Vassale et par Lusena, comme je l'ai déjà noté plus haut; d'autre part, Walter Edmunds a observé, dans des cas de goitre exophtalmique, des lésions analogues, le développement dans la glande d'un tissu ressemblant à celui des parathyroïdes¹. L'importance de ce dernier fait n'a pas besoin d'être relevée. De son côté, J. Renaut (de Lyon)² a vu que la thyroïde, dans le goitre exophtalmique, ne contient plus de substance colloïde. Or, nous savons que la sécrétion colloïde de la thyroïde contient la substance active formée dans cet organe. Il est clair que, dans l'ordre d'idées dont il est maintenant question, il nous faudrait une étude soignée de la structure des glandules parathyroïdes, dans un certain nombre de cas de goitre exophtalmique.

Que la glande thyroïde elle-même soit altérée dans cette maladie, c'est encore ce qui résulte du fait, d'ordre chimique, que nous avons observé l'un et l'autre, A. Oswald (de Zurich) et moi, la diminution de l'iode de la glande. Il est bien établi aujourd'hui, et récemment encore il a été bien prouvé par les expériences de E. de Cyon et Oswald³, que la substance active de la sécrétion thyroïdienne est un protéïde iodé. Le fait de la diminution de l'iode dans la maladie de Graves offre donc un réel intérêt. Oswald⁴ a trouvé, dans un cas, 0 gr. 0039 d'iode % de glande fraîche; et, dans un autre cas, je n'ai trouvé⁵ que 0 gr. 00201 %. La moyenne entre ces deux chiffres est de 0 gr. 00295 ou, pour simplifier, de 0 gr. 003. Or, on peut admettre, d'après les nombreux dosages d'iode faits dans des thyroïdes humaines, qu'il y a en moyenne de 0 gr. 05 à 0 gr. 03 d'iode % de glande normale, à l'état frais. On pourrait donc dire qu'il y a environ dix fois moins d'iode dans le goitre exophtalmique que dans la glande normale. Ce n'est là évidemment qu'une indication approximative; il est à désirer que les résultats d'autres dosages viennent s'ajouter à celui d'Oswald et au mien.

Si, conformément à l'opinion que j'ai émise il y

¹ En présence de certains des faits constatés par Walter Edmunds, on peut se demander si le goitre exophtalmique ne consisterait pas primitivement en une hypertrophie, avec altérations, des parathyroïdes.

² VI^e Congrès des aliénistes et des neurologistes français, Bordeaux, 1885.

³ *Archiv f. die gesammte Physiol.*, LXXXIII, p. 499, 1901. Voy. aussi la toute récente étude de E. de Cyon. Les glandes régulatrices de la circulation et de la nutrition (*Rev. générale des Sc.*, XII, p. 828, 30 septembre 1901).

⁴ A. OSWALD : Zur Kenntniss des Thyreoglobulins (*Zeits. f. physiol. Chemie*, XXX, p. 121-144, 1901).

⁵ E. GLEY : Présence de l'iode dans le goitre exophtalmique (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 20 avril 1901).

¹ La question de savoir si on ne la reproduirait pas par l'administration en excès d'extrait parathyroïdien seul ne s'est pas encore posée. Rien, en tout cas, n'indique présentement que cet extrait aurait cette propriété.

² MOUSSU : *Soc. de Biol.*, 25 mars 1899, p. 242.

³ Cités par WALTER EDMUNDS : *J. of Pathol. and Bacteriol.*, mai 1899, p. 71.

⁴ *J. of Pathol. and Bacteriol.*, January 1896.

a plusieurs années, les parathyroïdes et la thyroïde sont des glandes fonctionnellement associées et que, par exemple, la formation de la substance protéique iodée ne puisse se faire sans la participation des parathyroïdes, on comprend que, dès que celles-ci sont altérées, cette formation diminue.

Nous voici alors amenés peu à peu à cette conception que le goitre exophtalmique est lié à une altération de l'appareil thyroïdien, intéressant d'abord les parathyroïdes, dont le fonctionnement normal est troublé.

S'il en est ainsi, il conviendrait de chercher d'abord quelle est l'action physiologique des extraits de parathyroïdes normales et malades (provenant de goitre exophtalmique) comparativement à celle des extraits des thyroïdes correspondantes. Ce travail s'impose d'autant plus que nous connaissons déjà bien, depuis les expériences d'Oliver et Schäfer¹ et celles de l'un de mes anciens élèves, Haskovec (de Prague)², les effets cardio-vasculaires des injections intra-veineuses d'extrait thyroïdien normal. Haskovec, en particulier, a prouvé que cet extrait possède une action excitante sur le système sympathique et possède aussi une action dépressive directe sur le cœur. La question devra être examinée maintenant de savoir si cette action appartient à l'extrait de thyroïde proprement dite ou à l'extrait parathyroïdien ou à l'un et à l'autre ; car les recherches n'ont été pratiquées jusqu'à présent qu'avec des extraits pour lesquels cette séparation n'avait pas été faite, avec des extraits provenant de tout l'appareil thyroïdien. Dans un récent travail³, Haskovec, s'appuyant sur cette donnée que, dans tout goitre exophtalmique, la glande thyroïde est malade, arrive à la conclusion que le mécanisme de quelques-uns des symptômes de cette affection dépend de l'excès dans l'organisme de substances toxiques qui ont une action élective sur le système sympathique. Il nous est permis, d'ailleurs, aujourd'hui de concevoir que ces substances, aussi bien que des poisons végétaux, puissent agir de préférence sur une partie localisée du système nerveux et, par exemple, sur

toute cette région de la moelle d'où proviennent les nerfs accélérateurs du cœur, vaso-dilatateurs de la tête et du cou et irido-dilatateurs.

Pourrait-on aller plus loin? Ces substances toxiques résultent-elles d'une suractivité fonctionnelle des glandules parathyroïdes en voie d'altération? ou sont-elles produites dans l'organisme, où elles s'accumuleraient parce que les glandules malades et la thyroïde, secondairement altérée, ne peuvent plus les neutraliser? Il faut reconnaître que les faits que nous possédons actuellement ne permettent pas de trancher cette importante question. Mais la voie dans laquelle il serait utile maintenant de chercher ne paraît-elle pas s'ouvrir? Ne devons-nous pas entreprendre de déterminer exactement les troubles fonctionnels des glandules parathyroïdes et les relations entre ces troubles et le système nerveux sympathique?

V

Cette conclusion de l'étude critique qui vient d'être faite, quelque réservée qu'elle soit, montre néanmoins, je crois, les progrès réalisés dans ces dernières années sur cette question de la pathogénie du goitre exophtalmique. On en jugera mieux encore peut-être, si l'on me permet de rappeler la conclusion, beaucoup plus modeste, à laquelle me conduisait une semblable étude critique, il y a six ans¹. Voici, en effet, comment je terminais ce travail: « Nous ne pouvons dire actuellement qu'une chose, c'est qu'il y a beaucoup de cas de maladie de Basedow, sinon tous, dans lesquels on saisit une relation, et sans doute une relation de cause à effet, entre des altérations de la glande thyroïde et cette maladie. Il faut savoir, pour le moment, s'en tenir à ce point. » Ne semble-t-il pas que nous avons maintenant dépassé ce point?²

E. Gley,

Professeur agrégé de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris,
Assistant au Muséum.

¹ *J. of Physiol.*, XVIII, p. 277, 1895.

² *Wiener medic. Blätter*, 1895, n° 47.

³ *Wiener medic. Wochens.*, 1900.

¹ E. GLEY : Sur le fonctionnement de la glande thyroïde et la maladie de Basedow. VI^e Congrès des Médecins aliénistes et neurologistes français, Bordeaux, 1895.

² Communication faite à la 69^e réunion de l'Association médicale britannique, 30 juillet-2 août 1901, à Cheltenham.

LA PRÉPARATION INDUSTRIELLE ET LES PRINCIPALES APPLICATIONS DES GAZ LIQUÉFIÉS

PREMIÈRE PARTIE : LIQUÉFACTION

Il y a des corps que les progrès de la Science font passer, en peu d'années, de l'état de *curiosités scientifiques* au rang de matières industrielles; de ce nombre sont les *gaz liquéfiés*. On appelle ainsi les liquides qui ont, à la température moyenne de nos climats ($+15^{\circ}$), une tension de vapeur supérieure à la pression atmosphérique. Interprétée à la lumière de la loi approchée de Pawlewski, d'après laquelle la différence entre la température critique et la température d'ébullition normale serait sensiblement constante et voisine de 165° à 170° , la conception des gaz liquéfiés devient celle des corps dont la température critique centigrade est inférieure à $+180^{\circ}$ ou à $+185^{\circ}$.

D'après le tableau des constantes critiques des corps, un assez grand nombre de substances satisfont à la condition précédente; pratiquement, il n'y en a qu'un très petit nombre qui appartiennent à l'industrie; ce sont, rangés dans l'ordre ascendant de leurs points d'ébullition normale ou de leurs températures critiques : l'air atmosphérique, le protoxyde d'azote, l'acide carbonique, l'acétylène, l'ammoniac, le chlore, le chlorure de méthyle, l'acide sulfureux et le chlorure d'éthyle. C'est dans cet ordre que nous étudierons ces gaz dans ce qui suit.

Nous considérerons successivement la préparation industrielle des gaz liquéfiés, leur conservation, les applications tant physiques que chimiques auxquelles ils ont donné naissance et, dans la mesure du possible, leur importance économique, ainsi que les circonstances qui favorisent ou paralysent le développement en France de l'industrie de la liquéfaction.

I. — PRÉPARATION INDUSTRIELLE DES GAZ LIQUÉFIÉS.

Cette opération comprend ordinairement deux phases distinctes : la préparation chimique du gaz et sa liquéfaction ultérieure; pour l'air, que nous étudierons en premier lieu, le problème de la liquéfaction seul se pose.

§ 1. — Air liquide.

Tous les dispositifs employés actuellement pour l'obtention de l'air liquide, et dont quelques-uns sont connus des lecteurs de la *Revue*, sont construits d'après le principe suivant : *on détend l'air*

comprimé sans vitesse sensible, le refroidissement étant produit uniquement par l'effet Joule-Thomson, et on accumule le froid produit par les détentes successives, en se servant de l'air détendu et refroidi pour abaisser, au moyen d'un appareil à contre-courant, la température de l'air comprimé qui va se détendre. Dans ces conditions, la température de l'air et de l'ensemble de l'appareil s'abaisse constamment jusqu'au point de liquéfaction de l'air.

Je décrirai d'abord les appareils à liquéfaction de l'air qui ont figuré à l'Exposition Universelle de 1900, c'est-à-dire ceux de Linde et de Tripler.

1. *Appareil Linde*. — La figure 2 montre une vue d'ensemble de la machine de l'Exposition, tandis que la figure 1 en donne un plan schématique assez détaillé¹.

L'air extérieur arrive par la droite de l'appareil où il est aspiré, dans la proportion de 19 mètres cubes à l'heure, par le premier piston d'un compresseur A à trois cylindres, chargé de gouttelettes d'eau², puis amené à une pression de 7 kilos par centimètre carré³. Au moyen d'un serpentín, plongé dans un bain d'eau et qui le ramène sensiblement à sa température initiale, l'air arrive dans un deuxième cylindre de section plus petite, débitant 2^m3,9 à l'heure, et où sa pression passe de 7 à 50 kilos; il arrive enfin dans un troisième cylindre beaucoup plus petit, et faisant passer en une heure 1^m3,9 d'air de la pression de 50 à celle de 200 kilos.

L'air ainsi comprimé, refroidi par un serpentín, passe dans un *séparateur d'eau* B où il laisse la majeure partie de l'eau qu'il a entraînée et où un manomètre métallique donne sa pression. Un robinet de purge, placé à la partie inférieure de B, permet d'évacuer l'eau de temps en temps. De B, l'air comprimé passe dans un tube C, où il se dessèche complètement sur du chlorure de calcium. L'absolue dessiccation de l'air est une condition

¹ Due, comme la figure 2, à la gracieuseté de M. A. Desvignes, représentant à Paris de la Compagnie des Machines Linde.

² La chaleur développée par la compression est en grande partie absorbée par la vaporisation de l'eau liquide entraînée. C'est là un procédé aussi simple qu'efficace, pour empêcher l'échauffement exagéré de l'air pendant sa compression.

³ Dans le langage des ingénieurs, les pressions données en kilos par centimètre carré, expriment l'excès de la pression réelle sur l'atmosphère.

indispensable à remplir pour le bon fonctionnement de l'appareil Linde. Sans quoi, la vapeur d'eau, venant à se solidifier, obstruerait les serpentins, et la marche de l'appareil serait absolument arrêtée. Au sortir du dessiccateur C, l'air passe dans un réfrigérant D appelé *réfrigérant à air*; le tube étroit qui l'amène est, à cet effet, entouré d'un tube concentrique plus large où circule, en sens contraire, l'air froid qui a échappé à la liquéfaction et auquel une première récupération en F n'a pas enlevé la totalité de sa puissance réfrigérante. Cet air, ramené sensiblement à la température ordinaire, retourne au compresseur A sous la pression de 50 kilos, et atteint celui-ci dans la

traire de l'air sec, dans un tube large, concentrique à celui de l'air et extérieur à lui, où elles s'évaporent sous l'aspiration de la pompe L. Le froid produit par l'évaporation de l'ammoniaque liquide refroidit l'air énergiquement, et celui-ci arrive, par un conduit soigneusement protégé contre la chaleur extérieure, dans le tube central de l'échangeur à contre-courant F. Arrivé au *premier robinet de réglage* G, l'air franchit une soupape, subit une chute de pression qui le ramène à 50 atmosphères, et se refroidit à -130° environ; la plus grande partie de l'air ainsi refroidi revient sur ses pas et circule de nouveau autour du tube central, mais en sens contraire, en refroidissant l'air qui arrive

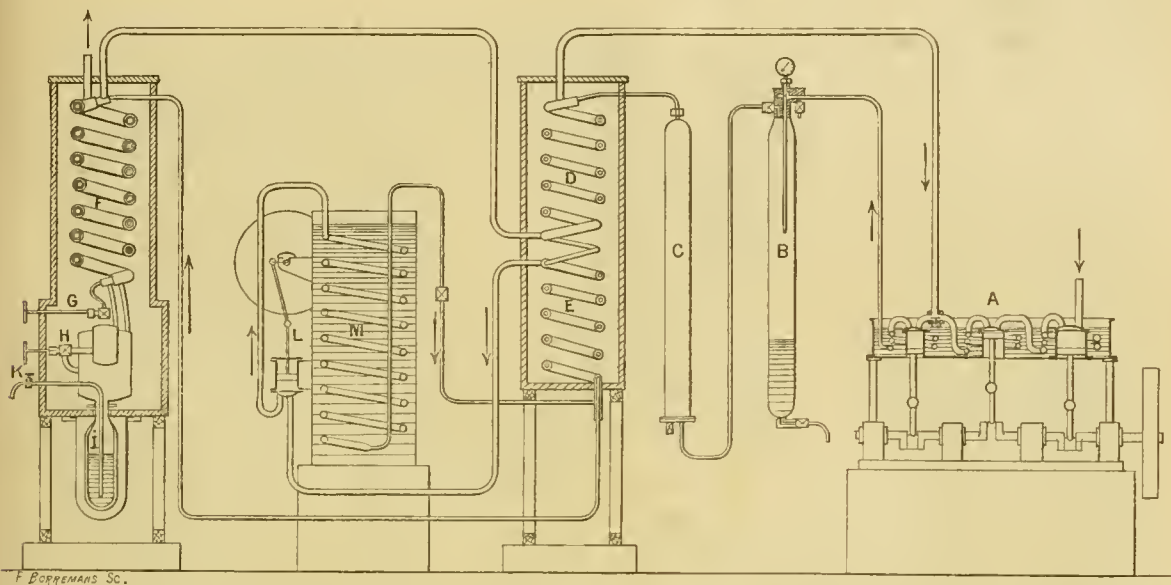


Fig. 1. — Schéma de la machine Linde pour la liquéfaction de l'air. — A, compresseur à trois cylindres, aspirant l'air extérieur et le refoulant dans la machine; B, séparateur d'eau; C, tube à chlorure de calcium; D, réfrigérant à air; E, réfrigérant à ammoniaque avec son compresseur L et son condenseur M; F, échangeur à contre-courant; G, premier robinet de réglage; H, second robinet de réglage; I, collecteur de l'air liquide; K, robinet de soutirage.

région où la pression a sensiblement la même valeur, c'est-à-dire entre le deuxième et le troisième cylindre.

Le réfrigérant à air D est suivi d'un réfrigérant à ammoniaque E¹, actionné par une petite machine frigorifique indépendante, à ammoniaque, du système Linde. Les vapeurs d'ammoniaque liquéfiées dans le compresseur L, après avoir traversé le serpentin condenseur M où elles se refroidissent dans un bain d'eau, s'en vont passer, en sens con-

en F; de là, l'air passe, comme nous l'avons vu, en D, puis en A.

Une partie seulement de l'air qui a franchi la première soupape franchit le *second robinet de réglage* H, puis une seconde soupape, subit une deuxième détente et un nouveau refroidissement; la pression est alors voisine de la pression atmosphérique. Dans ces conditions, l'air liquéfié s'amasse dans le *collecteur* I, tandis que l'air non liquéfié s'échappe par la partie supérieure de la cavité commandée par la seconde soupape, et passe dans un *troisième* serpentin F concentrique et extérieur aux deux autres, pour former chemise de vapeur, et protéger contre le réchauffement le *deuxième* serpentin F, avant de retourner dans l'atmosphère, à une température encore assez basse. On recueille au dehors l'air liquide dans des vases appropriés, en manœuvrant le *robinet de*

¹ La réfrigération en D pourrait n'être pas suffisante, surtout dans le cas des machines de faible puissance dont l'auto-refroidissement initial est très lent; il est donc économique d'avoir un réfrigérant indépendant avant l'entrée de l'air dans l'appareil à contre-courant. Dans les machines à faible débit, et surtout lorsqu'on ne dispose que d'une force motrice insuffisante, le refroidissement en E se fait au moyen d'un mélange réfrigérant ordinaire, glace et sel marin, ou glace et chlorure de calcium.

soutirage K. Tous les organes de cette machine sont en cuivre.

Le volume d'air envoyé par heure dans l'échangeur F par le troisième cylindre A, est donc, ramené à la pression atmosphérique, $1,9 \times 50 = 95$ mètres cubes. Sur ces 95 mètres cubes, il y en a 19 qui quittent la machine en traversant les deux régleurs G et H; un tiers passe à l'état liquide¹, et deux tiers échappent à la liquéfaction, et retournent à l'atmosphère comme on vient de le voir.

Les $95 - 19 = 76$ mètres cubes qui restent sont

faut comprimer à 200 kilos pour remplacer l'air qui s'échappe de la machine, ce qui exige théoriquement $3^{\text{ch.}} 8'$: soit un travail théorique total de $7^{\text{ch.}} 8'$. En réalité, le compresseur de l'Exposition absorbe 12 chevaux, ce qui donne un rendement mécanique de 64 %.

Il convient d'ajouter à la force ci-dessus les 3 chevaux absorbés par la machine à ammoniac, qui produit le refroidissement préliminaire grâce auquel la machine produit 8 litres à l'heure, alors que, sans ce refroidissement, elle ne donnerait

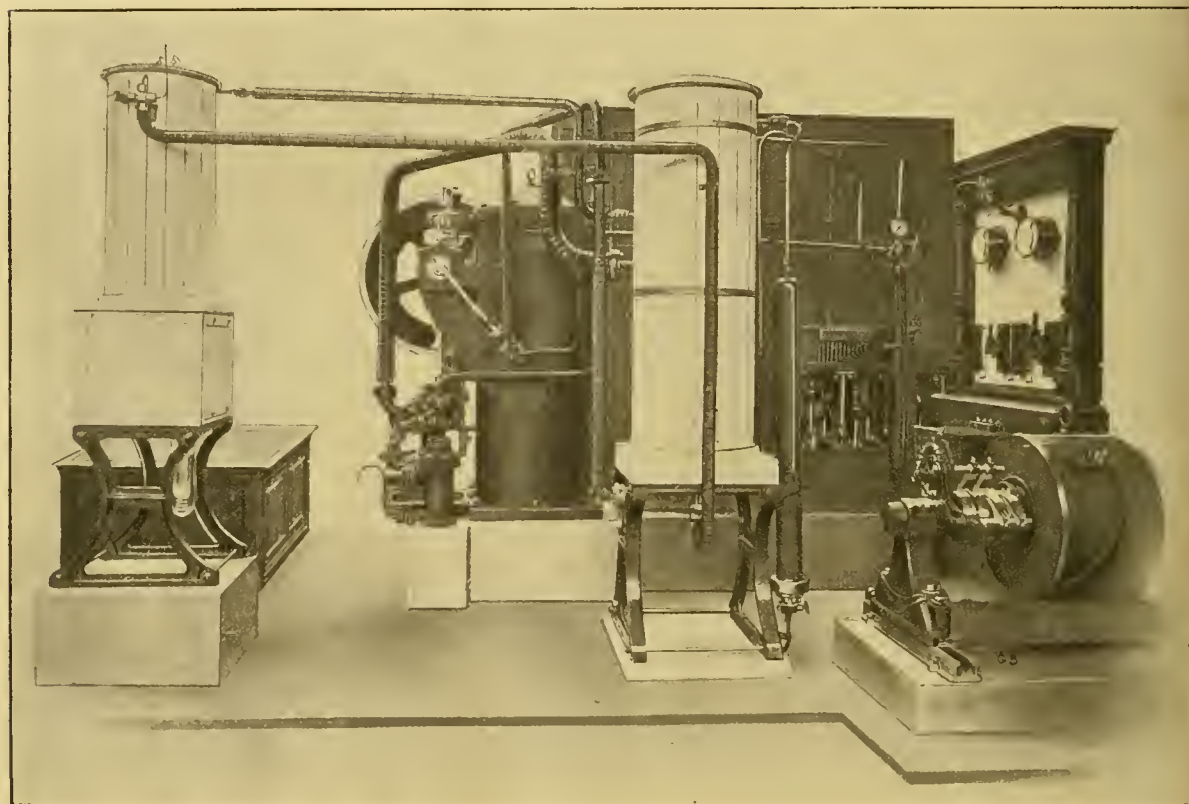


Fig. 2. — Installation de la machine Linde pour la liquéfaction de l'air à l'Exposition Universelle de 1900.

ceux qui retournent au troisième compresseur A après avoir traversé le premier régleur, c'est-à-dire à la pression de 50 kilos par centimètre carré.

On voit donc qu'il y a dans la machine Linde deux circuits : le premier, ou *circuit de refroidissement*, exige par heure la compression de 50 à 200 kilos d'un volume initial d'air de 76 mètres cubes (à la pression atmosphérique), par suite 4 chevaux²; le second, ou *circuit d'alimentation*, puise dans l'air, par heure, 19 mètres cubes qu'il

que 5 litres; le rendement définitif est donc de $\frac{8}{15} = 0^{\text{ch.}} 533$ d'air liquide par cheval et par heure.

2. *Appareil Tripler.* — L'air aspiré dans l'atmosphère est d'abord saturé de vapeur par un lavage à l'eau; après quoi, il subit trois compressions successives en A, B, C (fig. 3), qui l'amènent à 5 atm. 3, puis à 27 atm. 7, puis enfin à 170 atmosphères²; après chacune des deux premières com-

¹ Ce qui représente environ 8 litres d'air liquide à l'heure, production normale de la machine.

² On a, en effet :

$$\bar{S} = pV \log \frac{p_1}{p_2} = \frac{76 \times 10332}{75 \times 3600} \log \frac{200}{50} = \frac{76 \times 10332 \times 2,3}{75 \times 3600} \log 4 = 4 \text{ chev.}$$

¹ On a, en effet :

$$\bar{S} = pV \log \frac{p_1}{p_2} = \frac{19 \times 10332}{75 \times 3600} \log 200 = \frac{19 \times 10332 \times 2,3}{75 \times 3600} \log 200 = 3,8 \text{ ch.}$$

² Les pressions successives sont respectivement de 80, 415 et 2.500 pounds par pouce carré; or, l'atmosphère correspond sensiblement à 45 pounds par pouce carré. A. SIE-

pressions, l'air est refroidi en D par un courant d'eau, et ramené à sa température initiale d'environ 13°.

Après la troisième compression, il est amené en E à une température voisine de $-17^{\circ},8$, et dépouillé par congélation de sa vapeur d'eau, très probablement au moyen d'une solution aqueuse de chlorure de calcium refroidi par l'air qui revient des liquéficateurs à la pression atmosphérique sans avoir épuisé complètement son pouvoir de réfrigération.

Comprimé à 170 atmosphères, il se purifie d'abord dans un *séparateur* F qui lui enlève les poussières et l'huile qu'il entraîne. Il arrive enfin dans les *liquéfacteurs*, qui sont au nombre de deux et dont le premier H n'est autre qu'un *échangeur* de température, formé vraisemblablement de tubes de cuivre concentriques verticaux dans lesquels l'air comprimé qui arrive est refroidi par l'air froid qui a échappé à la liquéfaction, et qui chemine en sens contraire. La neige provenant de la congélation de la vapeur d'eau tombe alors au bas de

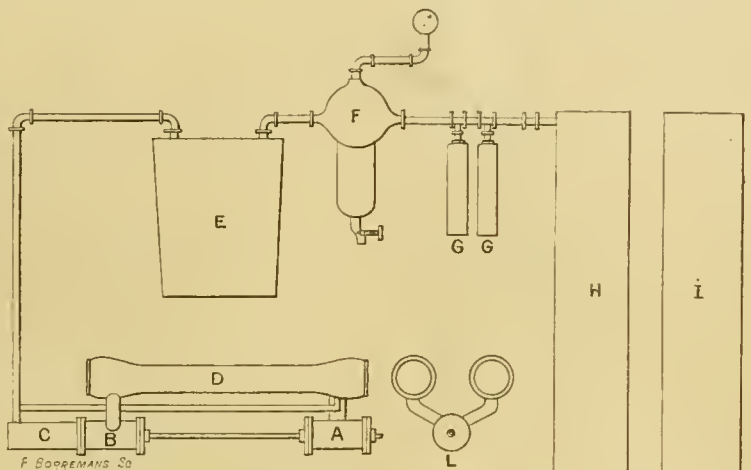


Fig. 3. — *Schema de la machine Tripler pour la liquéfaction de l'air.* — ABC, compresseur; D, réfrigérant à eau; E, second réfrigérant; F, séparateur; G, G, tubes où s'emmagasine l'air comprimé; H, échangeur de température; I, liquéfacteur; J, robinet qui commande la soupape de détente; K, robinet de soutirage de l'air.

disseur et alimentaire tout à la fois. Pour faciliter la comparaison, supposons que dans l'appareil Tripler l'air soit comprimé à 151 atmosphères; comme il se détend jusqu'à la pression atmosphérique, on voit que la chute de pression est la même que dans la machine Linde, où l'air tombe de 200 kilos à 50 kilos par centimètre carré¹. Par conséquent, pour une même quantité d'air circulant dans les deux appareils (95 mètres cubes à l'heure, par exemple), et en supposant que l'échangeur Tripler soit aussi bien isolé que celui de la machine Linde, la quantité d'air liquéfiée sera la même, soit 5 litres à l'heure, ce qui est la production de la machine Linde de l'Exposition fonctionnant sans refroidissement préalable.

La machine Tripler fonctionnant sans retour d'une partie de l'air au compresseur, il faudra, par heure, compresser 95 mètres cubes de 1 à 151 atmosphères, ce qui exige théoriquement 18,2 chev.², alors que la machine Linde ne demande que 7 chev. 8, soit 2,3 fois moins.

La machine Tripler de l'Exposition produisait environ 10

litres d'air liquide à l'heure, et absorbait à peu près 55 chevaux, soit un rendement de 0,182 par heure et par cheval, tandis que la machine Linde sans réfrigérant indépendant donne 5 litres pour 12 chevaux, soit 0,417 par cheval et par heure; le rapport des deux rendements pratiques est sensiblement le même que celui des travaux théoriques de compression.

3. *Autres appareils à liquéfaction de l'air.* — Les lecteurs de la *Revue* en connaissent deux qui remontent à l'année 1896: le premier est celui du Professeur J. Dewar³, dans lequel l'air, avant de se

¹ A la condition de confondre l'atmosphère pression de 1 kil., 033 par centimètre carré, avec la pression de 1 kilogramme.

² On a, en effet :

$$\bar{s} = p v \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{95 \times 10332}{75 \times 3600} \times 151 = \frac{95 \times 10332 \times 2,3}{75 \times 3600} = 18 \text{ ch. 2.}$$

³ *Revue générale des Sciences*, t. VII, p. 274; 15 mars 1896.

BERG : *Ice and Refrigeration*, octobre 1900, pp. 117-120, à qui j'ai emprunté divers renseignements sur la machine Tripler.

¹ Le liquéfacteur Tripler, probablement perfectionné, vient d'être décrit dans *Z. f. comp. und II. Gase*, t. IV, p. 157.

détendre, subit un double refroidissement, d'abord par l'acide carbonique solide à 79°, puis par l'acide carbonique liquide détendu soit à la pression atmosphérique, soit à une pression plus faible. Avec de l'air comprimé d'abord à 200 atmosphères, on liquéfie environ 5 % de l'air employé, le liquide commençant à couler après 6 minutes de fonctionnement. Le second est celui du Dr Hampson, décrit par le Professeur Tilden¹, qui liquéfie 6,6 % de l'air détendu, la liquéfaction mettant environ 15 minutes à se produire. La compression initiale de l'air à 120 atmosphères exige une force d'environ 3 chevaux et demi.

Dans les appareils de Dewar et de Hampson, la phase préalable de compression de l'air est absolument séparée de la liquéfaction proprement dite; ces appareils peu encombrants, très commodes, sont exclusivement des *liquéfacteurs* qui paraissent très bien convenir, surtout le dernier, à la préparation de l'air liquide dans les laboratoires de Physique ou de Chimie. Dans ces conditions, c'est-à-dire toutes les fois que la préparation de l'air liquide a pour but de répondre à un besoin qui ne se fait sentir que de temps en temps, on est trop heureux de sacrifier l'économie à la commodité.

Les appareils analogues à l'appareil Linde n'ont, en effet, d'intérêt réel que s'il s'agit d'une préparation vraiment industrielle de l'air liquide, c'est-à-dire d'une préparation en grand, qui, pour être économique, doit être nécessairement continue.

L'appareil du Dr Hampson est à peu près exclusivement répandu en Angleterre; rappelons que c'est grâce à lui que l'usine Brin de Londres a pu fournir au professeur W. Ramsay l'air liquide qui, par une distillation fractionnée bien conduite, l'a amené à la mémorable découverte des gaz néon, crypton et xénon, lesquels accompagnent l'argon, l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique dans l'air.

4. *Remarques sur la liquéfaction de l'air.* — Tous ces appareils sont, comme celui de Tripler, dans un notable état d'infériorité économique vis-à-vis de l'appareil Linde, parce que s'ils accumulent comme lui le froid produit par la détente, avec ou sans travail extérieur, ils n'obéissent pas, comme l'appareil Linde, à la condition essentielle qui exprime que le travail de compression isotherme du gaz sera minimum. Pour une chute de pression $p_1 - p_2$, le travail de compression isotherme de l'unité de masse de gaz, repassant de la pression p_2 à la pression p_1 , est donné par :

$$\bar{w} = RT \int_{p_2}^{p_1} \frac{1}{p} dp$$

Il faut faire en sorte que $p_1 - p_2$ soit le plus grand possible et $\frac{p_1}{p_2}$ le plus petit possible.

C'est ce qu'ont bien compris MM. Ostergreen et Bürger, qui, à des détails près de construction, sont, dans leur récente machine à liquéfaction de l'air, revenus purement et simplement aux idées directrices de la machine de Linde et à l'emploi de deux cycles, un cycle de refroidissement et un cycle d'alimentation : seulement, le cycle de refroidissement fonctionne entre des pressions environ moitié moindres que celles qu'utilisent les machines Linde à grand débit¹. Ce « nouveau » procédé est exploité à New-York par la « General Liquid Air and Refrigerating Co », dont l'installation serait capable de produire de 6 à 7.000 litres d'air liquide en 24 heures; la plus grande machine Linde existant il y a quelques mois produisait seulement 50 kilos d'air liquide à l'heure, soit environ 1.100 litres par jour, avec une force inférieure à 100 chevaux. Plus s'accroîtront les dimensions et la puissance des machines à liquéfier l'air et plus le rendement en sera économique. Il est tout à fait possible que l'on arrive à un rendement de 1 kilo d'air liquide par heure et par cheval. Il suffit, pour le montrer, de calculer le travail théorique nécessaire pour liquéfier 1 kilo d'air par heure sous la pression atmosphérique.

Prenons 1 kilo d'air à + 20° et amenons-le à l'état liquide à son point d'ébullition normal — 191°; il faudra pour cela abaisser d'abord sa température à — 191°, puis le liquéfier sous la pression de l'atmosphère et dès lors fournir un travail qui est l'équivalent de sa chaleur de vaporisation. L'abaissement de + 20° à — 191° correspond, vu la constance de la chaleur spécifique de l'air 0,2374, à une absorption d'environ 50 calories par kilo d'air². Mais le travail qu'il faut dépenser pour absorber ces 50 calories ne leur est nullement proportionnel. Il faut, en effet, imaginer que le kilo d'air à + 20° est comprimé isothermiquement à une pression p telle que, par détente *sans vitesse sensible*, la température s'abaisse de 211°, la pression finale étant la pression atmosphérique.

On a, en simplifiant un peu les calculs :

$$211^\circ = 0,26(p-1), \text{ d'où } p = 813 \text{ atmosphères,}$$

d'où

$$\bar{w} = p \nu \int_{p_2}^{p_1} \frac{1}{p} dp = \frac{10332}{1,3} \times 2,3 \times \log. 813 = 53125 \text{ kilogrammètres.}$$

¹ La machine de MM. Ostergreen et Bürger fonctionne entre les pressions de 4.250 livres par pouce carré (83 atm.), et de 300 livres par pouce carré (20 atm.); la pression maxima est donc exactement moitié de celle de la machine Tripler.

² Nous nous exprimons ici dans le système du kilogrammètre.

On voit que le travail isotherme de la compression équivaut à $\frac{53.125}{425} = 125$ calories.

Il faut maintenant enlever à l'air sa chaleur de vaporisation. Or, la chaleur de vaporisation proprement dite est donnée par la loi de Trouton $\frac{M\lambda}{T} = 21$, où M est le poids moléculaire, et T la température absolue d'ébullition normale. L'air liquide étant un mélange d'oxygène de poids moléculaire 32 et d'azote de poids moléculaire 28, on peut admettre $M = 29$. On a alors :

$$\lambda = \frac{82 \times 21}{29} = 59 \text{ cal. } \ddagger,$$

Soit $\lambda = 60$ calories en nombres ronds. Le travail total, nécessaire à la liquéfaction de l'air sous la pression atmosphérique, correspond donc à $125 + 60 = 185$ calories, ce qui à l'heure donne :

$$\frac{185 \times 425}{75 \times 3600} = 0 \text{ ch. } 3.$$

Théoriquement, on pourrait donc obtenir par cheval et par heure 3 kilos d'air li-

quide, tandis que le meilleur rendement actuel est six fois moindre¹. D'après le Professeur Linde, le prix de revient du kilo d'air liquide dans les machines débitant 1.000 kilos par jour est inférieur à 0 fr. 125, prix qui ne peut que diminuer pour des installations plus grandes, et qu'augmenter pour des installations de moindre importance.

Les raisonnements qui précèdent montrent qu'il y a place encore pour bien des perfectionnements de détail, susceptibles d'améliorer le rendement de la fabrication de l'air liquide ; il y a place aussi pour les utopies et les espérances déraisonnables, s'il faut en croire les nouvelles récentes qui nous arrivent de l'autre côté de l'Atlantique. Sans prétendre aucunement les ranger dans cette dernière catégorie, nous croyons utile de signaler aux lecteurs de la *Revue* deux projets de perfectionnement de la liquéfaction de l'air dus, l'un à M. Tripler,

l'autre à M. Raoul Pictet actuellement en passe de devenir citoyen des États-Unis.

L'idée de M. Tripler est d'actionner sa machine à liquéfier l'air par un moteur à air liquide de son invention ; d'après lui, lorsque le moteur a consommé 13 litres et demi (3 gallons) d'air liquide, le liquéfacteur de son appareil a recueilli 31 litres et demi (7 gallons), d'où un bénéfice net de 18 litres (4 gallons) d'air liquide n'ayant rien coûté. Mouvement perpétuel ! allez-vous dire ; non, répond l'inventeur, l'énergie qui fait fonctionner le moteur à air liquide est prise à l'air extérieur, donc en définitive au soleil, source de toute énergie terrestre ; le principe de la conservation de l'énergie est respecté. La réponse est spécieuse.

L'idée de M. Pictet consiste à remarquer que si de l'air à la pression atmosphérique est refroidi à -191° par de l'air liquide, sa liquéfaction peut se faire sans dépense notable de force. Supposons donc un serpentin C (fig. 4) relié d'une part à une pompe à main R, de l'autre à un tube deux fois recourbé et fermé

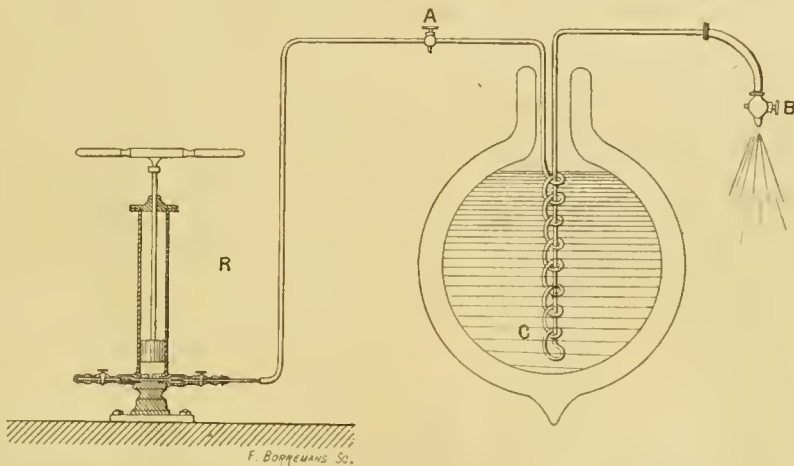


Fig. 4. — Schéma du dispositif de M. Raoul Pictet pour la liquéfaction de l'air. R, pompe ; C, serpentin plongeant dans l'air liquide ; A, B, robinets.

au besoin par un robinet B : le serpentin plonge dans de l'air liquide obtenu par un procédé quelconque. Si l'on ouvre le premier robinet et si l'on pompe, l'air gazeux contenu dans le serpentin va se liquéfier, en abandonnant sa chaleur de vaporisation, soit 60 calories par gramme, à l'air liquide qui baigne le serpentin. Conclusion : cet air va bouillir, et il va se vaporiser autant d'air liquide extérieur qu'il s'en liquéfie dans le serpentin ; on peut même penser que, grâce à la chaleur qui arrive de toute part à l'air liquide extérieur, la quantité qui s'en évapore dans un temps donné est plus grande que celle qui se liquéfie à l'intérieur du serpentin. C'est là, paraît-il, une simple apparence ; l'air extérieur bout bien, mais il s'évapore avec plus de lenteur que l'air intérieur ne se liquéfie, de sorte que si l'on a soin de faire déboucher l'orifice de sortie de l'air qui vient d'être liquéfié dans le bain liquide qui entoure le serpentin, le bain liquide non seulement ne diminue pas, mais augmente indéfiniment pendant que la pompe

¹ LINDE : *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, t. XLIV.

fonctionne¹ ! La méthode précédente, appliquée sur une grande échelle, permettrait, grâce à des dispositions extrêmement ingénieuses, de séparer l'air en ses composants, d'obtenir à part, à l'état solide ou liquide, l'acide carbonique de l'air, etc².

§ 2. — Gaz liquéfiés autres que l'air.

1. *Protoxyde d'azote liquide.* — Ce corps est préparé en minime quantité, car il n'a d'application courante que comme anesthésique³. Il servait autrefois dans ce but aux dentistes, qui en employaient d'assez notables quantités, mais l'emploi en a été longtemps interdit à la suite d'accidents mortels; il est de nouveau permis. Ce produit n'est guère préparé en France que par M. Duflos, pharmacien à Paris, qui s'en est fait une spécialité. Pour le préparer, on prend de l'azotate d'ammoniac très pur et bien cristallisé, et on le chauffe dans un grand ballon où l'on a mis, pour faciliter le dégagement gazeux, du sable de rivière débarrassé de ses matières organiques et de ses carbonates par un lavage à l'acide chlorhydrique. Le gaz, après traitement par le sulfate ferreux⁴, est envoyé de la pompe de liquéfaction, par un raccord de volume très petit, dans la bouteille de fer où il est livré au commerce; chaque bouteille contient 850 grammes de liquide pouvant fournir 450 litres de gaz. La pompe qui sert à liquéfier ce gaz est une pompe de Natterer horizontale, qui n'offre rien de particulier.

Parmi les usines étrangères qui préparent le protoxyde d'azote liquide, on peut citer la « Sauerstoff Fabrik, de Berlin⁵. »

¹ If the coiled tube is so bent that its mouth discharge into the bulb, the liquid air, it will be found, can be produced in volumes which not only compensate for the loss due to evaporation, to radiation and to the solidification of carbon dioxide, but a remainder will be left which can be reserved for further use... (*Scientific American*, 31 mars 1900, p. 201).

² *Scientific American*, 31 mars 1900, p. 202. — Les idées de M. Raoul Pictet sur la liquéfaction et la distillation fractionnée de l'air atmosphérique ont été l'objet d'un échange d'explications entre la « Gesellschaft für Linde's Eismaschinen » et M. Raoul Pictet sans qu'une partie ait convaincu l'autre. Voir *Zeitsch. für comprimirt und flüssige Gase*, 4^e année, pp. 63-71, août 1900.

³ Il en aura une autre sous peu, car M. A. Desvignes a bien voulu me confier que le Professeur Linde étudie en ce moment une machine frigorifique à protoxyde d'azote liquide, qui paraît donner de bons résultats. L'intérêt de cette machine serait de donner une réfrigération intermédiaire entre celle de la machine à air liquide et celle de la machine à ammoniac.

⁴ Le sulfate ferreux enlève la plus grande partie du bioxyde d'azote, mais l'absorption est limitée par la tension de dissociation du composé formé par le bioxyde et le corps absorbant: il reste donc un peu de AzO ; si on veut réduire ce corps par la limaille de zinc humide, la réduction va trop loin et donne du protoxyde d'azote mêlé d'azote dont on ne peut pas le débarrasser.

⁵ R. BERNARD et P. GLOESS: Les produits chimiques à l'Exposition Universelle de Paris, *Moniteur Scientifique du Dr Quesneville*, Janvier 1901, p. 14.

2. *Acide carbonique liquide.* — Ce corps fera l'objet d'un article spécial.

3. *Acétylène liquide.* — Le gaz s'obtient, comme l'on sait, au moyen de la décomposition du carbure de calcium par l'eau. Le gaz desséché peut être liquéfié à la température ordinaire, et livré au commerce dans des bouteilles d'acier. Pendant les années 1895 et 1896, l'Institut Pictet de Paris a ainsi fabriqué et expédié un peu partout, par chemins de fer, plus de mille kilos d'acétylène liquide¹. Depuis l'explosion terrible survenue à cet établissement et au laboratoire Isaac de Berlin, il a été établi que l'acétylène liquide est d'une manipulation redoutable, surtout dans sa phase de liquéfaction. Comme le pouvoir explosif de l'acétylène liquide n'existe plus à la température de -80° , on a proposé de le liquéfier à cette température, l'emploi du liquide à la température ordinaire paraissant sans danger pourvu que le robinet qui commande la bouteille d'acier où le fluide est rassemblé ne grippe pas. Quoi qu'il en soit, et malgré l'optimisme des personnes qui, comme le Dr Altschul, croient encore à l'avenir de l'acétylène liquide, sa préparation industrielle a été totalement abandonnée en France et en Allemagne. Pour ce qui concerne les recherches faites sur le pouvoir explosif de l'acétylène gazeux ou liquide, elles sont connues des lecteurs de la *Revue générale des Sciences*².

4. *Gaz ammoniac liquéfié.* — L'étude de ce gaz liquéfié a été faite récemment dans cette *Revue* par M. Truchot, dont la compétence est bien connue³. A son savant article je me permettrai seulement d'ajouter les renseignements suivants: Jusqu'en 1896, la France était tributaire de l'Allemagne pour l'ammoniac liquéfié, et tout particulièrement de la fabrique Kunheim et C^{ie}, de Berlin, et du « Verkaufsyndicat der Kaliwerke », de Stassfurt; mais, depuis cette époque, M. Bardot a installé à Paris, 274, rue Lecourbe, une fabrique d'ammoniac anhydre, liquéfié au moyen d'appareils Linde, qui alimente presque tous les possesseurs de machines à ammoniac de notre pays. La consommation annuelle d'ammoniac anhydre en France est d'au moins 10.000 kilos; celle de l'Allemagne n'est pas moindre de 150 à 200.000 kilos, le produit y valant actuellement 125 francs les 100 kilos.

5. *Chlore liquide.* — Le chlore préparé en vue de la liquéfaction doit être aussi pur que possible;

¹ *Z. für comp. und flüssige Gase*, t. III, p. 14, avril 1899.

² MARCEL GUICHARD: Le pouvoir explosif de l'acétylène, *Revue générale des Sciences*, t. VII, p. 847, 1896.

³ L. TRUCHOT: Etat actuel de l'industrie de l'ammoniac

le meilleur procédé de préparation paraît être l'électrolyse d'une dissolution aqueuse de sel marin. Dans ces conditions, le chlore se porte à l'anode et le sodium à la cathode, mais il y a action secondaire du sodium sur l'eau, formation de soude caustique, et dégagement d'hydrogène à la cathode. M. Cutten¹ emploie une anode et une cathode en charbon. La soude caustique, plus lourde que la liqueur salée qui lui a donné naissance, tombe au fond du réservoir dans lequel se fait l'électrolyse, et passe de là dans des réservoirs à canaux où elle s'accumule. Quant au chlore produit à l'anode, il est aspiré par une pompe, accumulé dans une conduite centrale, et envoyé de là dans un dispositif spécial où il est desséché au moyen du chlorure de calcium; une pompe réfractaire aux acides l'envoie ensuite dans une chambre où il s'accumule et se liquéfie. La petite quantité d'air et de gaz étrangers que le chlore peut avoir entraînés s'accumule au-dessus du chlore liquide où ils sont peu solubles, et la pression de liquéfaction, qui ne serait que de 4 à 5 atmosphères à la température ordinaire pour le chlore pur, va constamment en augmentant. Lorsque le réservoir à chlore liquide est presque rempli, une soupape placée à la partie supérieure se soulève, et les gaz étrangers s'échappent, en même temps qu'un peu de chlore; le liquide restant est à peu près complètement purgé des impuretés qu'il renfermait.

La liquéfaction du chlore est obtenue par une pompe à piston liquide fig. 5,² formé d'acide sulfurique concentré, lequel est sans action sur le chlore. La pompe est constituée par un tube cylindrique en forme d'U, en fonte doublée intérieurement de plomb. Dans les deux branches, il y a de l'acide sulfurique; dans celle de gauche en *cd*, l'acide est surmonté par du pétrole dans lequel se déplace le piston plongeur *a* d'une pompe aspirante et foulante. Lorsque le piston *a* monte, la soupape d'aspiration *l* s'ouvre et le chlore gazeux est aspiré par le tuyau *h*; quand le piston descend, le pétrole refoule l'acide sulfurique qui oblige le chlore à soulever la soupape de refoulement *k* et à se liquéfier dans l'espace *m*. On supprime tout espace nuisible en maintenant de l'acide sulfurique dans l'espace qui sépare les deux soupapes au moyen d'un petit conduit réglable à l'aide du robinet *p* qui, au moment de l'aspiration, fait arriver un peu d'acide sulfurique, en même temps que la soupape *f* laisse passer du gaz. L'espace *g* représente un bain-marie au moyen duquel on porte l'acide

sulfurique à une température comprise entre 30 et 80°, pour laquelle le coefficient de solubilité du chlore dans ce corps est nulle.

Le tube *o* est mis en communication avec une bonbonne à chlore D par l'intermédiaire d'un serpentin entouré d'eau froide; la bonbonne porte deux robinets, dont l'un sert à la sortie de l'air. Lorsque celui-ci est expulsé, on ferme le robinet correspondant, en laissant l'autre ouvert, et la bonbonne se remplit; l'indicateur de niveau *n* et le manomètre qui surmonte *m* permettent de suivre la marche de l'opération.

Le chlore liquide est emmagasiné dans des récipients en acier étiré qui peuvent contenir 50 kilos. En l'absence de l'humidité, le chlore liquide n'attaque pas à froid ni le fer ni le cuivre. Sa densité

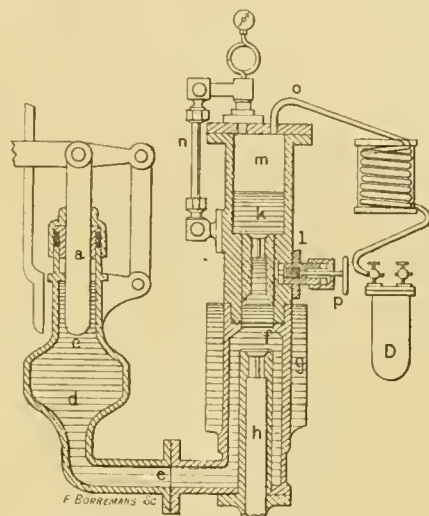


Fig. 5. — Pompe à liquéfier le chlore. — *a*, piston plongeur; *c, d, e*, acide sulfurique formant piston liquide; *l*, soupape d'aspiration; *h*, tuyau d'arrivée du chlore; *g*, bain-marie pour chauffer l'acide sulfurique; *k*, soupape de refoulement; *m*, chambre de liquéfaction; *n*, niveau; *o*, tube de communication avec la bonbonne à chlore D.

moyenne est de 1,4; un kilogramme de ce corps représente 300 litres de chlore, et correspond à 3 kilos de chlorure de chaux. Le chlore liquéfié donne donc le transport le plus économique du chlore; ce transport se fait d'ailleurs sans aucune espèce de danger.

Certaines usines emploient pour le contenir des bouteilles en tôle d'acier doublées de plomb ou d'ébonite, mais cela paraît inutile si le chlore est parfaitement desséché. Pour l'usage des laboratoires, le commerce de demi-gros le transvase dans des bouteilles plus petites.

C'est à la « Badische Anilin und Sodafabrik » que le chlore liquide dut son apparition dans l'industrie chimique en 1892; il rend depuis les plus grands services dans les laboratoires de Chimie où il a permis de supprimer totalement la préparation si

caustique, de l'ammoniaque liquéfiée et des sels ammoniacaux, *Revue générale des Sciences*, t. VIII, p. 743, 1897.

¹ *Revue de Chimie Industrielle*, t. III, p. 182, 1892.

² JAUBERT : *Dictionnaire de Würtz*, 2^e supplément, 39^e fascicule, p. 643.

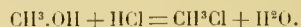
ennuyeuse du chlore. Son prix actuel en Allemagne oscille entre 75 et 87,50 fr. les 100 kilogs; ce prix ne peut que continuer à baisser.

Il est regrettable de constater qu'on ne fabrique pas en France de chlore liquide, tandis qu'on peut citer en Allemagne au moins quatre usines qui fabriquent annuellement 250 tonnes de ce produit, destiné à remplacer l'eau de Javel et le chlorure de chaux; ce sont: la « Badische Anilin und Sodafabrik », de Ludwigshafen, — la « Chemische Fabrik Rhenania », d'Aix-la-Chapelle, — la fabrique « Kuhnheim et C^{ie} », de Berlin; enfin, les usines de Griesheim, de Bitterfeld et de Rheinfelden de la Compagnie « Chemische Fabrik Griesheim Elektron » fabriquent actuellement, par le procédé Griesheim, le chlore liquide¹.

La dépendance où nous sommes vis-à-vis de l'Allemagne en ce qui concerne le chlore liquide — alors qu'il y a en France de puissantes et florissantes usines où se préparent du chlorure de chaux, des chlorates et de hypochlorites, — prendra bientôt fin; une nouvelle Société productrice de chlore, la « Volta Lyonnaise », a, paraît-il, l'intention de liquéfier une partie du chlore qu'elle produira². On ne peut qu'applaudir à cette nouvelle et souhaiter à la « Volta Lyonnaise » bienvenue et réussite, d'autant que le chlore liquide répond à une nécessité industrielle et que l'industrie n'en produit pas assez pour satisfaire aux besoins exprimés.

6. *Chlorure de méthyle*. — Ce gaz liquéfié est susceptible de deux préparations industrielles. Dans le procédé Camille Vincent, le chlorure de méthyle est un sous-produit de la fabrication de la potasse avec les vinasses de betterave. La distillation en vase clos des vinasses donne des produits de décomposition qui, condensés, donnent, après traitement des eaux-mères, du chlorhydrate de triméthylamine. La distillation de ce chlorhydrate donne de la triméthylamine libre, de l'ammoniaque et du chlorure de méthyle. Un lavage à l'acide chlorhydrique enlève toutes les traces d'alcali, et le gaz, recueilli sous une cloche pleine d'eau, peut être ensuite desséché au moyen de l'acide sulfurique et liquéfié à la température ordinaire sous une pression de 3 à 4 atmosphères. Ce procédé est exploité en France par trois maisons: la maison « Labarre », à Montreuil-sous-Bois (Seine), la maison « Brigonnet et Naville », de la Plaine-Saint-Denis, et la maison « Cerekel », rue Bergère, à Paris.

Le second procédé industriel est dû à M. P. Monnet³; il date de 1875. Il consiste à chauffer sous pression l'acide chlorhydrique du commerce avec molécules égales d'alcool méthylique; on obtient la réaction suivante:



Le même inventeur a trouvé que l'acide bromhydrique et l'acide iodhydrique en solution aqueuse, chauffés sous pression avec l'alcool méthylique à la température de 120°, donnent également du chlorure et de l'iodure de méthyle. Le brevet Monnet est appliqué aux « Usines du Rhône », à Lyon.

On livre ordinairement le chlorure de méthyle dans des vases en cuivre.

7. *Anhydride sulfureux liquide*. — La « Compagnie industrielle des procédés Raoul Pictet pour la production du froid et de la glace » est la seule en Europe, et sans doute dans le monde entier, qui obtienne l'anhydride sulfureux liquide chimiquement pur comme produit de première fabrication. Cette fabrication repose sur le procédé de Melsens, c'est-à-dire sur la réduction de l'acide sulfurique concentré par le soufre; le dessin schématique ci-contre (fig. 6), dû à la bienveillance de M. Mendès, montre les diverses phases de cette fabrication.

Dans une cornue en fonte *a* d'une capacité de 1.500 à 2.000 litres, on introduit environ 500 kilos de soufre en canons redistillé et, en plusieurs fois, au fur et à mesure des besoins de la fabrication, qui dure environ trente heures, 2.500 kilos d'acide sulfurique à 66° Baumé absolument pur et sans traces d'arsenic. La cornue, placée dans un four à double retour de flammes, est recouverte d'un dôme, également en fonte, muni d'un *brise-mousse* en platine; deux tubes de sûreté placés sur ce dôme et remplis à hauteur convenable d'acide sulfurique permettent de surveiller la pression intérieure du mélange chauffé, et d'introduire dans la cornue, au cours de la fabrication, les quantités d'acide sulfurique nécessaires.

Le mélange est chauffé à l'ébullition; le gaz sulfureux produit est dirigé dans une série de grands dépotoirs plombés *b, b*, munis de chicanes en plomb et constamment refroidis par une circulation d'eau froide. L'acide sulfureux abandonne là le soufre et l'acide sulfurique non combinés, la vapeur d'eau et la majeure partie de ses impuretés. De là, le gaz passe dans un filtre à coke sulfurique *c*, puis dans une série de filtres ou pots laveurs *d, d*, munis de plateaux étagés sur lesquels sont disposés des déchets de coton blanc et de fibres d'amianté qui retiennent toutes les poussières et toutes les impuretés solides.

¹ R. BERNARD et P. GLOESS: Les produits chimiques à l'Exposition Universelle de Paris, *Moniteur Scientifique du Dr Quesneville*, Janvier 1901, p. 9.

² LÉON GUILLET: Etat actuel de l'industrie des produits inorganiques en France, *Moniteur Scientifique du Dr Quesneville*, 4^e série, t. XV, p. 85, février 1901.

³ P. MONNET: *Revue de Chimie Industrielle*, t. III, p. 38, 1892.

Dans cet état, le gaz sulfureux est introduit dans une sorte de chambre froide *f*, munie d'un *jeu d'orgue* métallique *e, e, e*, à l'intérieur duquel une pompe provoque l'évaporation d'acide sulfureux préalablement liquéfié. La chambre est maintenue par ce moyen à une température voisine de -10° , ce qui est suffisant pour congeler toute la série des hydrates de l'acide sulfureux. L'anhydride sulfureux, ainsi épuré, se rend dans un gazomètre *g* dont la cloche plonge dans une cuvette annulaire remplie d'huile, d'où il est aspiré par une pompe aspirante et foulante *h* qui l'envoie dans un condenseur tubulaire en cuivre *i*, refroidi par une double circulation d'eau froide et dans lequel il se liquéfie. Il est dirigé de là soit dans de

tour à coke de 20 mètres, à l'intérieur de laquelle ruisselle de l'eau froide qui le dissout. La solution d'acide sulfureux est ensuite portée à l'ébullition dans de grandes chaudières de plomb chauffées par la chaleur perdue, où elle abandonne le gaz sulfureux; celui-ci passe d'abord dans un serpentin refroidi où il se débarrasse de l'eau entraînée, puis il se sèche sur de l'acide sulfurique, et est finalement liquéfié au moyen d'une pompe de compression ordinaire, puis emmagasiné dans des bouteilles en fer forgé d'une contenance de 100 kilos¹. La production annuelle de l'Allemagne est d'environ 2.500 tonnes; les centres d'expédition sont les districts de Kattowitz, d'Altona, d'Essen et de Ludwigshafen.

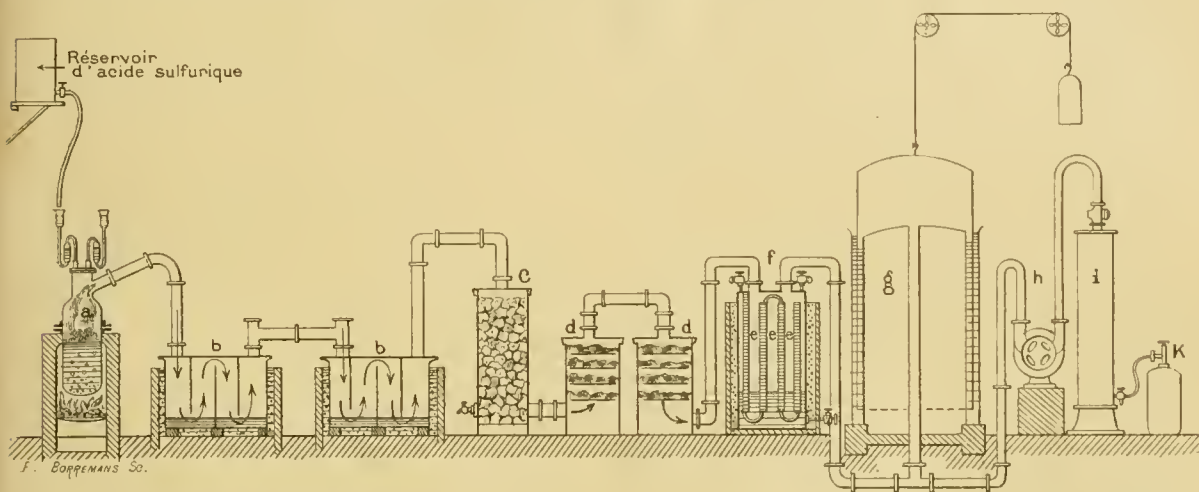
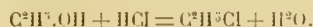


Fig. 6. — Préparation et liquéfaction de l'anhydride sulfureux. — *a*, cornue où l'on fait réagir le soufre sur l'acide sulfurique; *b, b*, dépotoirs en plomb; *c*, four à coke sulfurique; *d, d*, pots laveurs; *f*, chambre refroidie par l'évaporation d'anhydride sulfureux liquide dans les tubes *e, e, e*; *g*, gazomètre; *h*, pompe aspirante et foulante; *i*, condenseur; *k*, bonbonne à anhydride sulfureux liquide.

grands réservoirs en acier, d'une contenance de 2.500 à 3.000 litres, où il est emmagasiné, soit dans des bonbonnes en cuivre qui servent à son transport.

L'anhydride sulfureux chimiquement pur de la « Compagnie industrielle des procédés Pictet » est fabriqué exclusivement à l'usine d'Anthy-Séchéx (Haute-Savoie) jusqu'à concurrence de 4 à 5.000 kilos par jour. Cette usine, non seulement alimente la France d'anhydride sulfureux d'une façon presque exclusive, mais encore exporte ce produit dans toutes les parties du monde; l'importation étrangère annuelle ne dépasse guère 10 à 12.000 kilos d'anhydride liquide non rectifié venant d'Allemagne et plus spécialement des usines de zinc d'Oberhausen (Provinces Rhénanes). Le produit résulte de l'utilisation, obligatoire en Allemagne, des gaz provenant du grillage des pyrites, des sulfures et sulfoarséniures, des blendes, etc. A Oberhausen, le gaz sulfureux provient du grillage des blendes dans des fours spéciaux; de là, il passe dans une

8. *Chlorure d'éthyle*. — Ce corps dont le point d'ébullition normale est à $+11^{\circ}$, n'est en hiver qu'un liquide très volatil et ne devient un gaz liquéfié qu'en été; il s'obtient industriellement par le procédé Monnet² en chauffant sous pression l'acide chlorhydrique avec l'alcool ordinaire, à molécules égales. La réaction est donnée par l'équation :



Dans un autoclave émaillé, muni d'un manomètre et d'un thermomètre plongeant dans le liquide, on chauffe, pendant cinq heures, 100 kilos d'acide chlorhydrique du commerce à 33 % d'acide réel et 46 kilos d'alcool éthylique à 93° centésimaux. Quand la température est descendue par le refroidisse-

¹ JACBERT : *Dictionnaire de Wurtz*, 2^e supplément, 39^e fascicule, p. 644.

² P. MONNET : *Revue de Chimie industrielle*, t. III, p. 38, 1892.

ment à 50 ou 60°, on ouvre un robinet placé sur le couvercle de l'autoclave et communiquant avec un récipient métallique fermé et refroidi, et le chlorure d'éthyle vient se condenser dans ce récipient. Le corps ainsi obtenu contient un peu d'acide chlorhydrique entraîné dont on le débarrasse par distillation sur de l'eau légèrement alcaline. Il est alors propre aux usages médicaux et enfermé par tractions de 10 grammes dans des ampoules de verre terminées en pointe effilée et fermées à la lampe.

II. — CONSERVATION DES GAZ LIQUÉFIÉS.

La question des vases dans lesquels on doit recueillir et conserver les gaz liquéfiés jusqu'au moment de s'en servir est, évidemment, une question capitale, tant au point de vue économique qu'au point de vue de la sécurité. Les gaz liquéfiés qui sont passés en revue dans cette étude se partagent, à ce double point de vue, en deux groupes bien nets : l'air liquide, et les autres corps.

§ 1. — Conservation de l'air liquide.

La conservation de ce corps s'effectue dans des vases ouverts ou pratiquement ouverts, où l'excès de pression sur l'atmosphère est toujours excessivement faible¹; la question de sécurité ne se pose donc pas, et la question économique consistant à ralentir l'évaporation, seule, subsiste. Quel rôle, en effet, peut espérer un corps dont on ne pourrait empêcher l'entière vaporisation? D'un tel corps, assez éphémère pour ne servir à rien, pourrait-on dire que sa préparation revient à bon marché? Ces deux questions, dont les réponses s'imposent, montrent bien que l'importance industrielle de l'air liquide dépend presque exclusivement de sa conservation dans des vases pratiquement imperméables à la chaleur, et très peu de l'abaissement de son prix de revient actuel.

Le problème de la conservation de petites quantités d'air liquide est résolu en fait par l'emploi de vases de verre à doubles parois argentées, entre lesquelles on a fait le vide (solution de d'Arsonval, perfectionnée par James Dewar). Un litre d'air liquide, dans de pareils flacons, peut mettre quatorze jours à se vaporiser. Ces vases affectent ordinairement les formes ci-contre (fig. 7). La forme primitive A est réservée aux petites capacités allant jusqu'à 600 centimètres cubes, par exemple; la forme B devient assez malaisée à construire dès que l'on atteint des contenances de plusieurs litres;

on a pu atteindre 6 litres, mais ces vases deviennent alors extrêmement fragiles : le poids du liquide intérieur agissant au bout d'un bras de levier considérable détermine des flexions énormes dès que l'axe du vase cesse d'être rigoureusement vertical; jusqu'à 4 litres, la solidité est satisfaisante. La forme C est construite par Richard Müller-Uri de Brunswick, d'après Weinhold, le réservoir intérieur pouvant être, au besoin, muni d'une graduation.

Dans les grandes fabriques d'air liquide, on emploie des vases métalliques ordinaires, d'une contenance de 50 litres, recouverts de fentre ou de laine de mouton; mais de tels vases laissent évaporer deux litres de liquide en une heure¹, de sorte que le contenu du vase est évaporé en un jour!

La « General Liquid Air and Refrigerating Co » emploie, soit de petits réservoirs en pâte de bois, soit

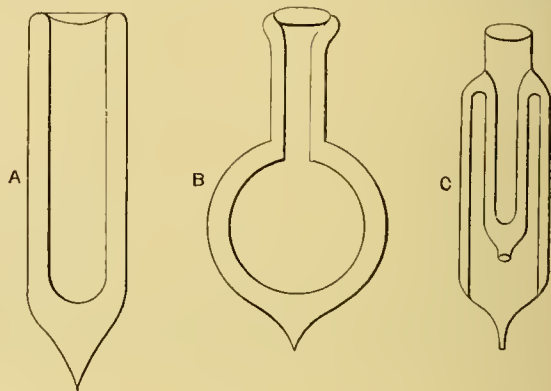


Fig. 7. — Formes diverses de récipients pour la conservation de petites quantités d'air liquide.

des réservoirs métalliques à double enveloppe très ingénieusement disposés. La sortie du liquide se fait au moyen d'un tube plongeant jusqu'au fond, le remplissage se faisant, au contraire, par une ouverture plus large. La paroi intérieure du vase porte à sa partie supérieure une soupape de sûreté qui s'ouvre dès que la pression de l'air dépasse de 0 kil. 4 environ celle de l'atmosphère; l'air froid passe entre les deux enveloppes métalliques, formant ainsi chemise de vapeur avant de s'échapper à la partie inférieure de l'enveloppe extérieure. Celle-ci est protégée contre le réchauffement extérieur par une enveloppe isolante, et le tout est contenu dans un panier d'osier.

§ 2. — Conservation des autres gaz liquéfiés.

Les gaz liquéfiés autres que l'air, pouvant être amenés à la température ordinaire sans cesser d'être liquides, peuvent et doivent être conservés

¹ Si on laissait la pression s'élever, au moyen de vases hermétiquement clos, la température de l'air liquide s'élèverait en même temps et l'on n'aurait bientôt plus que de l'air gazeux comprimé.

¹ LINDE : *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, t. XLIV.

dans des enveloppes hermétiquement closes. Les deux questions de la *nature* de l'enveloppe et de la *résistance* à lui donner seront traitées plus loin, à propos du transport des gaz liquéfiés où elles interviennent comme touchant à la sécurité publique, et où elles sont régies, très sagement d'ailleurs, par des règlements officiels. La question de l'étanchéité des robinets est liée intimement à celles qui précèdent, car la résistance du réservoir devient illusoire si le robinet fuit. Enfin, au point de vue de l'emploi des gaz liquéfiés, il peut être désirable, à un moment donné, d'avoir exclusivement soit du liquide, soit du gaz, et, dans ce dernier cas, d'avoir du gaz à une pression convenable, variable à volonté, résultat que l'on obtient au moyen d'un *dé-tendeur*.

Les robinets des récipients à gaz liquéfiés sont invariablement des robinets à *pointeau*. Ce sont des vis à pas très serré, terminées par une extrémité conique d'environ 60°, très dure, très bien travaillée

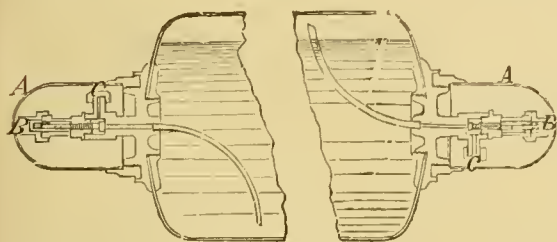


Fig. 8. — Bonbonne pour la conservation de l'anhydride sulfureux. — A, calotte en cuivre; B, orifice de sortie; C, pointeau.

et qui s'applique exactement sur l'ouverture légèrement évasée d'un conduit très étroit ayant même axe que la vis. Si les surfaces qui doivent s'appliquer l'une contre l'autre, et qui sont de révolution, sont parfaites, la faible résistance que l'on éprouve en faisant tourner la vis dans son écrou, *dans le sens dextrorsum*, s'accroît subitement quand l'extrémité du pointeau rencontre l'orifice à obturer. Il est alors inutile de forcer¹ et il suffit de donner une légère impulsion tangentielle à la vis pour parfaire le contact; le pointeau est alors serré *à bloc*, et la fermeture est absolue, quelque grande que soit la pression.

Pour ouvrir le robinet, il suffit de donner d'abord à la vis une légère impulsion tangentielle dans le sens *sinistrorsum*, pour vaincre l'adhérence des surfaces en contact, et continuer à dévisser légèrement le pointeau.

L'orifice de sortie du gaz liquéfié est toujours perpendiculaire à l'axe du pointeau: aussi, pour empêcher le gaz de sortir dans la direction du pointeau, faut-il que la tête de celui-ci, cylindrique et lisse, soit serrée dans une boîte à cuir d'où émerge l'extrémité carrée que l'on manœuvre de l'extérieur au moyen d'une clef de forme variée.

La forme des récipients à gaz liquéfiés et la disposition du robinet varient évidemment avec la nature du corps et avec le constructeur. La description des bonbonnes employées pour l'anhydride sulfureux liquide, par la Société Pictet, donnera en particulier l'exemple d'une disposition permettant d'obtenir à volonté le gaz ou le liquide. Ces bonbonnes, dont la forme et les dispositions sont protégées par des marques de fabrique, sont en cuivre rouge et étamées intérieurement à l'étain fin. Elles se composent d'un corps cylindrique soudé et brasé à deux calottes également en cuivre, dont l'une supporte le robinet, du type à pointeau. L'orifice de sortie se prolonge à l'intérieur de la bonbonne par un tube recourbé qui, selon que la bonbonne est placée sur le *dos* ou sur le *ventre*, permet d'obtenir à volonté l'anhydride sulfureux liquide ou gazeux, comme le montre la figure 8.

Le chlorure de méthyle est ordinairement renfermé dans des vases en bronze construits par Mondollot, et qui offrent cette particularité de présenter un second pointeau latéral qui se met au moyen d'une molette fixe et qui se raccorde à la bouteille au moyen d'un écrou à oreilles muni intérieurement d'un cuir. Au moyen de cet écrou et du second pointeau, on peut produire un jet de chlorure de méthyle liquide et le diriger à volonté, tout en modérant ou activant son intensité (fig. 9).

Il est inutile évidemment de décrire ici tous les perfectionnements de détail apportés à certains récipients, et dont quelques-uns, comme celui de M. Fournier, par exemple, ont des soupapes de

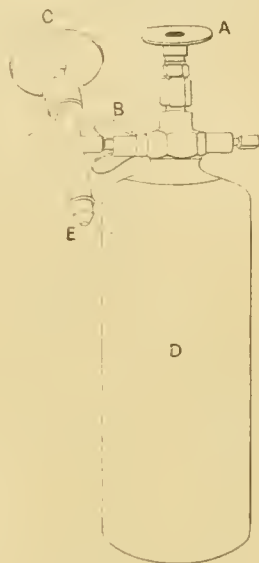


Fig. 9. — Bouteille à chlorure de méthyle. — A, clé en forme de disque permettant de manœuvrer la tête carrée du pointeau; B, écrou à oreilles permettant de fixer l'appareil à projection de liquide sur l'orifice de sortie du gaz liquéfié; C, poignée du pointeau commandant la projection du liquide; D, corps de la bouteille (en bronze); E, orifice de projection du chlorure de méthyle.

¹ Si les surfaces qui doivent s'appliquer l'une contre l'autre sont mal travaillées, le pointeau n'obture pas avec un serrage modéré et le robinet fuit. Si l'on serre à outrance, on déforme de plus en plus les surfaces et l'on finit par avoir une fuite plus grande qu'avec un serrage modéré.

sûreté fonctionnant automatiquement dès que la pression intérieure dépasse une valeur fixée à l'avance, et nous terminerons la question de la

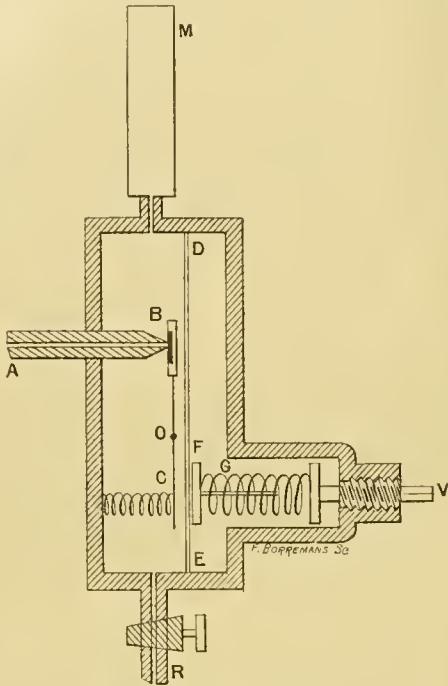


Fig. 10. — Détendeur ou réducteur de pression. — A, arrivée du gaz liquéfié; B, pièce métallique portée par le levier BOC; C, ressort; DE, membrane de caoutchouc; F, disque métallique commandé par le ressort G; V, vis de réglage; R, robinet d'échappement; M, manomètre.

conservation des gaz liquéfiés, en décrivant le *détendeur ou réducteur de pression* (fig. 10). Celui-ci consiste essentiellement en une boîte métallique

dans laquelle le gaz liquéfié arrive en A, sous la pression de sa vapeur saturée à la température de l'expérience. Le conduit d'arrivée, terminé en biseau, est obturé hermétiquement par une rondelle d'ébonite encastrée dans une pièce métallique B placée à l'extrémité d'un levier BOC; celui-ci est mobile autour de l'axe O perpendiculaire au plan de la figure et commandé par un très fort ressort C. La chambre d'arrivée du gaz est limitée par une paroi de caoutchouc DE, qui presse contre un disque métallique F commandé par un fort ressort G. La tension de ce ressort, de laquelle dépend le fonctionnement du réducteur de pression, est commandée du dehors par une vis de réglage V. Si les choses sont disposées de telle sorte que le disque F presse sur le ressort C, l'orifice du conduit A est ouvert, et le gaz pénètre dans la chambre ADE et s'y détend; si la pression du gaz est trop forte, elle repousse la paroi de caoutchouc DE, et le disque F cesse de presser sur le ressort C; dès lors, l'arrivée du gaz est suspendue. Si la pression du gaz est trop faible, le ressort G presse sur C, et l'orifice de A est ouvert. Donc, le gaz s'écoule par le robinet R sous une pression sensiblement fixe indiquée par le manomètre métallique M, et que l'on règle à volonté au moyen d'une clef agissant sur une vis V à tête carrée.

Dans un second article, nous examinerons les principales applications des gaz liquéfiés et les conditions de leur transport.

E. Mathias,

Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse.

LE VIII^e CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

Le VIII^e Congrès géologique international a été particulièrement brillant, au milieu des autres Congrès qui ont tenu leurs séances dans ce palais de la place de l'Alma, si peu somptueux, et qui a été, cependant, ainsi que l'a dit M. Millerand, l'âme de l'Exposition.

Plus de mille géologues, dont plus de la moitié étaient étrangers, s'étaient fait inscrire. Parmi eux figuraient tous les grands noms de la science géologique. Près de cinq cents ont pris une part effective aux séances qui ont eu lieu à Paris et aux excursions organisées à travers toutes les régions françaises. Ainsi, notre pays a été parcouru et étudié par les savants du monde entier, qui ont pu apprécier, à travers son pittoresque, toutes les richesses minérales de son sol et les nombreux problèmes scientifiques qu'il soulève.

Le Compte rendu de ce Congrès vient de paraître, moins d'un an après les séances de Paris, sous la forme de deux gros volumes de plus de 1.300 pages. Je désirerais en présenter ici les résultats, le plus sommairement possible.

Mais il convient de louer, tout d'abord, le Comité d'organisation qui a eu la lourde tâche de préparer le livret-guide des excursions, d'organiser les séances et de mener si rapidement l'impression du compte rendu, et cela malgré les deuils si cruels qui ont frappé l'éminent et si sympathique président du Congrès M. Albert Gaudry, dont le dévouement a été absolu, et le secrétaire général M. Ch. Barrois, dont le zèle et l'activité n'ont pas cessé un instant de se manifester.

Ils ont été secondés dans leur tâche par les vice-présidents, MM. Michel Lévy et Marcel Bertrand,

par les secrétaires et les autres membres du Comité d'organisation.

L'œuvre du Comité, qui est celle de tous les géologues français, a été telle qu'il est permis d'espérer que le VIII^e Congrès géologique sera fécond en résultats.

Je ne saurais passer sous silence une innovation, qui a une portée et une signification sur lesquelles on ne saurait se méprendre. Je veux parler de la participation au Congrès des Sociétés industrielles et minières françaises, au nombre de plus de cinquante, et de la générosité avec laquelle elles ont rivalisé pour qu'il eût le plus grand éclat. Cette union heureuse montre combien sont liées intimement la science géologique, qui ne se cantonne pas exclusivement dans le domaine de la théorie, et l'industrie minière, qui sait profiter de toutes les recherches et de toutes les découvertes géologiques.

Qu'on me permette d'ajouter encore un mot. Depuis trente ans, la Géologie, science relativement jeune, a fait des progrès remarquables. Ainsi que le disait sir Archibald Geikie, « elle est entrée dans une période où l'on doit attendre les plus grands avantages de méthodes d'investigation plus précises et de la convergence des efforts individuels, librement associés, sous une même règle et vers un même but ». Ses applications multiples : à la Géographie, rénovée en grande partie, grâce à elle, à l'Industrie minière, à l'Hydrologie, à l'Agriculture, etc., montrent que cette science, à l'évolution de laquelle ont pris part tant de noms français, devient de plus en plus féconde, par les idées philosophiques qu'elle fait naître et développe, et par les résultats pratiques, dont le nombre va en croissant d'une façon remarquable, qui en découlent.

Le *Compte rendu de la VIII^e session du Congrès géologique international* est divisé en sept parties. La première partie comprend la liste des membres du Congrès; la deuxième fait connaître les travaux préparatoires de la VIII^e session; la troisième est consacrée aux procès-verbaux des séances générales, des séances des sections et des séances des commissions. La quatrième présente les rapports des Commissions et les communications relatives aux œuvres collectives des Congrès. La cinquième a été réservée aux Mémoires présentés dans les séances. La sixième renferme un résumé très succinct des excursions. La septième est occupée par le lexique pétrographique.

Il a été rendu compte, ici même, par M. Barrois du livret-guide des excursions¹. Ce sont donc les troisième, quatrième, cinquième et septième parties qui constituent, à proprement parler, l'œuvre

du Congrès. Je désirerais les analyser, avec le regret de ne pouvoir parler, faute de place, de travaux fort intéressants, mais sur lesquels je reviendrai ailleurs.

I. — RÉGIONS NOUVELLEMENT EXPLORÉES.

C'est l'Afrique qui a fait l'objet des plus nombreuses études de la part des géologues anglais et français. Si l'on tient compte des travaux de M. Moleschott sur le Transvaal, publiés très récemment dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, de ceux de divers géologues et d'explorateurs sur la colonie du Cap, le Congo, etc., et de ceux dont nous allons parler sur l'Égypte, Madagascar, l'Algérie et le Sahara, on peut se faire une idée d'ensemble assez précise du continent africain, au point de vue géologique.

Les *Découvertes géologiques récentes de M. Hugh J. L. Beadnell dans la vallée du Nil et le désert Libyen* l'ont amené à modifier les idées (émises par Zittel) que l'on se faisait sur les rapports du Crétacé supérieur et du Tertiaire inférieur. Le savant paléontologiste de Munich pensait que, dans le désert Libyen, il n'y avait pas de ligne de démarcation tranchée entre l'Éocène et le Crétacé, ni discordance de stratification, ni intercalation de dépôts d'eau douce, ni interruption dans la sédimentation : en un mot, qu'il existait un lien étroit entre les deux formations. Or, M. Beadnell a observé, dans plusieurs points du désert Libyen (régions d'Abou Roach et de l'Oasis de Beharieh), qu'il existe une discordance très nette entre les deux séries de dépôts. Il y a plus : le Crétacé avait été exondé, plissé, faillé et arasé en partie avant le dépôt de l'Éocène.

Ainsi, à mesure que les recherches se poursuivent dans les diverses régions du globe, on arrive à cette conclusion que, s'il y a eu des périodes pendant lesquelles les mouvements du sol ont été particulièrement intenses et généraux, il y a eu aussi des mouvements à toutes les époques géologiques, dont l'importance et l'extension géographiques ont été très limitées.

Le rôle joué par la température et les phénomènes éoliens (sables poussés par le vent, etc.) sur la topographie font l'objet de remarques intéressantes, qui sont à rapprocher de celles faites dans d'autres régions africaines, et aussi en Chine, par von Richthofen.

En outre, M. Beadnell arrive aux importantes conclusions suivantes :

« La vallée du Nil s'est vraisemblablement formée lors du Pliocène inférieur.

« La direction générale nord-est de cette vallée,

¹ Voyez cette analyse dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juillet 1900, t. XI, p. 857.

en Egypte, les hautes falaises qui la bordent, l'absence de vrais dépôts fluviaux attribuables au Nil à un niveau notablement au-dessus du fleuve, l'absence presque complète de collines ou de lambeaux détachés du plateau dans la vallée, l'existence de grandes failles de bordure le long de la presque totalité de la vallée, font considérer cette gorge, non comme une vallée d'érosion ordinaire, mais comme le résultat de failles, de rifts, d'importantes fractures et de flexures.

« Ces dislocations sont probablement dues aux grands mouvements orogéniques qui ont déterminé les principaux traits de la géographie physique de l'Afrique nord-est et d'une partie de l'Asie, tels que la vallée du Jourdain, la mer Morte, l'isthme de Suez, la mer Rouge, les lacs Rudolf, Tanganyika, Baringo, etc. »

Au commencement du Pléistocène, la vallée fut occupée par une série de lacs. A la fin de la même période, « un fleuve, le *Pater Nilus*, commença sa carrière en creusant un chenal à travers les dépôts antérieurs de la vallée, déposant couche par couche le *limon du Nil*, et formant ainsi la longue bande de terrain cultivable et habitable sans laquelle l'Egypte fertile que nous connaissons n'existerait pas. »

Les *Notes sur la géologie du désert oriental de l'Égypte*, par MM. T. Barron et W. F. Hume, viennent ajouter beaucoup à nos connaissances sur cette partie de l'Afrique et complètent le travail précédent et les suivants. Il faut retenir surtout de ce Mémoire la partie qui a trait aux plages soulevées et aux récifs coralliens.

Les mouvements pléistocènes qui se sont fait sentir dans cette région et sur les bords de la mer Rouge sont indiqués par cinq séries de récifs coralliens, qui s'étagent du niveau actuel de la mer à l'altitude de 170 mètres et sont d'autant plus éloignés de la mer qu'ils sont plus anciens.

Ces mouvements du sol, qui ont relevé les récifs coralliens au Pléistocène, sont les mêmes que ceux qui ont produit la chaîne du Gebel Esch, parallèle au golfe de Suez, et ont donné naissance à la dernière partie de la vallée du Nil.

Dans son étude sur la *Géologie du Sinaï oriental*, Hume insiste également, avec raison, sur la formation de récifs coralliens dans cette région, en *roie de soulèvement*, les plus anciens étant les plus élevés (200 mètres d'altitude). Il établit aussi qu'en général la formation d'un récif corallien est indépendante de la nature de son soubassement.

Un autre point sur lequel il faut attirer l'attention est la modification progressive des appareils récifaux, quand ils sont émergés. Il y a d'abord une disparition continue des squelettes, du test ou

des coquilles, disparition due en grande partie à l'instabilité de l'aragonite constituant les parties dures de certains de ces organismes. Puis, dans un récif plus âgé, il se produit une altération chimique plus avancée, décelée par le *passage du calcaire à la dolomie*, par enrichissement en magnésie. Cette dernière question a fait, dans ces dernières années, l'objet de nombreuses discussions.

Un autre travail de Hume sur les *Rifts valleys de l'Est du Sinaï* fournit, avec la *Géologie du Sinaï oriental*, des données précieuses sur les rapports de la Géologie et de la Géographie physique et sur les effondrements linéaires qui ont donné à cette contrée sa physionomie si particulière. « La structure spéciale du Sinaï est due à des dykes de roches éruptives, de couleur variable, parallèles les uns aux autres, continus sur un grand nombre de kilomètres, et déterminant la direction de beaucoup de chaînons montagneux. Ce sont surtout des felsites sphérolitiques, des diabases, des dolérites, qui constituent ces dykes. On n'a pas trouvé de basalte. »

Dans une étude synthétique des plus intéressantes, M. Boule fait connaître la *Géologie et la Paléontologie de Madagascar dans l'état actuel de nos connaissances*.

L'esquisse de la carte géologique qui accompagne cette étude permet de mieux saisir la constitution de la grande île africaine, sur laquelle plusieurs géologues anglais et français, notamment MM. Barron et Newton, Grandidier, Boule, Douvillé, Stanislas Meunier, Lacroix, Haug, etc., ont publié récemment d'assez nombreuses notes.

Voici un résumé du travail de M. Boule.

Madagascar se divise en deux régions différentes : 1^o une région centrale et orientale, comprenant la chaîne de montagnes qui forme l'ossature de l'île, constituée par des roches cristallines (granites, gneiss, schistes, etc.); 2^o une région occidentale de plateaux et de plaines, formée de terrains sédimentaires. Une troisième catégorie de terrains, composés de roches volcaniques, se rencontre en des points variés de l'île.

Les terrains primaires sont inconnus jusqu'ici à Madagascar. Les terrains secondaires (Trias, Jurassique et Crétacé) sont, au contraire, très développés et forment presque entièrement la bande sédimentaire.

Le Trias, mal déterminé au point de vue paléontologique, présente cependant de grandes analogies avec le Trias de la colonie du Cap (*Karoo formation*) et la *Gondwana formation* de l'Inde, ce qui permet de supposer que Madagascar aurait fait partie, à l'époque triasique, du continent reliant l'Inde à l'Afrique du Sud. Le Jurassique et le Cré-

tacé, très fossilifères, offrent des affinités, surtout avec les formes de l'Europe pour le Jurassique, et celles de l'Inde pour le Crétacé.

La découverte de sédiments crétacés sur la côte orientale de l'île conduit M. Boule à admettre, contrairement à l'opinion reçue, que, dès cette époque, peut-être même au Jurassique, Madagascar était déjà une île et n'était plus reliée à l'Inde par un continent. Il faut signaler encore d'assez nombreux restes de Dinosauriens dans les couches secondaires des terrains éocènes en retrait vers la côte occidentale, et les nombreux ossements si intéressants recueillis par MM. A. et G. Grandidier, qui représentent une forme récemment éteinte.

M. Boule « fait jouer aux failles un grand rôle dans l'explication de l'orographie et de la tectonique de l'île. C'est à leur faveur, et probablement à des époques diverses, que des volcans se seraient établis un peu partout, le long des cassures, en donnant des trachytes, des andésites, des phonolites et surtout des basaltes ».

La communication de M. Douvillé, sur le *Jurassique de Madagascar*, complète, sur certains points, le travail précédent. L'auteur montre la grande richesse en fossiles de ces terrains et « l'analogie qu'ils présentent avec ceux des colonies allemandes de l'Afrique orientale, qui se prolongent par le pays des Somalis dans l' Abyssinie. Il y a également beaucoup d'affinités avec la province de Cutch et les couches à plantes de l'Inde ».

Signalons encore ici la troisième édition de la *Carte géologique de l'Algérie au 1 800.000*, présentée par M. Fieheur, et la communication sur la *Géologie des hauts plateaux et des régions sahariennes*, par M. Flamand.

Les travaux que nous venons d'analyser brièvement, venant s'ajouter à ceux qui ont récemment paru sur la Géologie africaine, prouvent les grands progrès de la Géologie dans cette partie du monde.

On sait l'importance considérable présentée par la *Géologie de la Patagonie*, en raison des curieuses formes de Vertébrés qui ont été trouvées dans cette région par MM. Gervais, Ameghino, Burmeister, Moreno, etc., et les controverses passionnées auxquelles ces découvertes ont donné lieu. La discussion ne semble pas près d'être close, à en juger par un nouveau travail de M. Ameghino, que je viens de recevoir.

J'ai rendu compte, en son temps¹, des belles découvertes des frères Ameghino, et exposé sommairement l'état de la question, en faisant remar-

quer que les documents paléontologiques marins recueillis n'étaient pas suffisants pour dater les couches d'une façon précise.

Depuis quatre ans, des missions ont été organisées pour l'étude géologique et paléontologique de la Patagonie : d'une part, par M. Moreno et ses élèves; d'autre part, par MM. Ameghino et aussi par M. Hatcher.

M. Scott, qui présente le résumé des recherches de ce dernier, fixe ainsi la série des couches :

Gault. Renfermant des ammonites qui montrent une complète ressemblance avec la faune synchrone du sud de l'Afrique. (*Guaranien* de M. Ameghino.)

Magellanien. Terrain d'âge éocène ou oligocène. Nombreux restes de Vertébrés. *Couches à Pyrotherium* de M. Ameghino, qui les range dans le Crétacé supérieur.

Patagonien. Formation miocène très étendue superficiellement, d'origine marine, dont les fossiles (plus de 200 espèces d'Invertébrés) offrent une étroite parenté avec le Miocène d'Australie et de la Nouvelle-Zélande.

M. Ameghino rapporte cette faune à l'Éocène inférieur.

Couches de Santa-Cruz. Miocène d'eau douce ou terrestre, très fossilifère, avec Mammifères. La faune se relie davantage à celle de l'Australie qu'à celle de l'Amérique du Nord, et présente une différence profonde et radicale avec les faunes européennes. La formation santacruzienne, si importante en raison de sa richesse en Mammifères, est considérée par M. Ameghino comme éocène supérieur.

Il convient de dire, avec M. Depéret, qui a fait à ce sujet de judicieuses remarques, que, si M. Ameghino avait trop vieilli ces couches, MM. Scott et Hatcher les ont singulièrement rajeunies, car il existe de telles affinités paléontologiques entre les *Paleotherium* européens et les *Prothérotheridés* patagoniens, qu'il est permis de croire à l'âge oligocène probable des couches de Santa-Cruz. C'est également l'opinion de Zittel. On peut conclure en disant qu'il est nécessaire de reprendre, d'une façon rationnelle, une grande partie de la géologie et de la paléontologie patagoniennes.

Je mentionnerai encore, au sujet des régions nouvellement explorées, la présentation de la *Carte géologique du Portugal*, par MM. Delgado et Choffat, le travail de M. Douvillé sur les *Explorations géologiques de M. de Morgan en Perse*, celui de M. Zeiller, sur la *Flore fossile du Tonkin*, et un excellent exposé de *l'Etat actuel des recherches sur les volcans de l'Italie centrale*, par M. Sabatini, et spécialement de ceux du Latium, dont j'ai publié une étude ailleurs.

¹ PH. GLANGEAUD : Les Mammifères crétacés de la Patagonie. *Revue générale des Sciences*, 28 février 1898.

II. — OROGRAPHIE ET STRATIGRAPHIE PALÉONTOLOGIQUES.

Dans ces dernières années, les recherches sur la topographie du fond des océans se sont multipliées et ont conduit parfois à des résultats fort inattendus.

M. Edward Hull, qui s'est fait une spécialité de cette étude, a rendu compte, à plusieurs reprises, dans des Revues scientifiques étrangères, de ses explorations.

J'ai eu l'occasion de parler ici même¹, assez longuement, des faits si intéressants signalés par ce géologue et des conclusions qu'il en tirait, relativement aux causes de l'époque glaciaire.

Depuis cette époque, M. Hull a fait de nouveaux sondages sur les côtes de l'ouest de l'Europe et des îles Britanniques, qui lui ont permis de schématiser, de la façon suivante, la figure topographique des régions sous-marines voisines du Continent. Il existe d'abord une terrasse doucement inclinée de la côte vers le large, désignée sous le nom de *plate-forme continentale*, à la suite de laquelle vient une pente rapide ou un escarpement, correspondant à la fin de la plate-forme et dont les fonds atteignent rapidement 500 à 600 mètres.

Ce qu'il y a de particulièrement remarquable, c'est l'existence des vallées sous-marines, ayant fréquemment tous les caractères des cañons du Colorado et des Causses, qui ne font souvent que prolonger les vallées actuelles et s'étendent à travers la plate-forme continentale, parfois jusqu'à plus de 100 kilomètres au large, jusqu'aux grandes profondeurs abyssales.

Des observations analogues ont été faites le long des côtes orientales de l'Amérique du Nord et des îles occidentales de l'Inde et ont conduit à des résultats analogues.

Hull conclut de ces données, à la suite d'autres géologues, que ces vallées se sont creusées à la fin du Pliocène, et il pense qu'il y eut, à cette époque, un soulèvement du sol qui affecta toutes les régions orientales du bassin de l'Atlantique. La plate-forme fut alors en partie arasée et les rivières creusèrent leurs vallées à travers cette plate-forme jusqu'à la base de l'escarpement qui la limitait vers l'Océan. Après une longue période de repos, marquée par cette érosion, eut lieu un nouveau mouvement d'affaissement qui amena l'invasion de la mer et la submersion de la plate-forme et des vallées qui la sillonnaient.

Ces conclusions, très originales, mais encore bien hypothétiques, permettent à Hull de croire que

l'exhaussement du sol européen et nord-américain a dû être une cause suffisante pour l'établissement de la période glaciaire post-pliocène.

Les recherches de M. W. *Hudleston* sur la *Bordure de la partie septentrionale du bassin de l'Atlantique* semblent appuyer cette interprétation ; ce dernier géologue indique, en outre, que le nord de l'Atlantique, la mer de Norvège et l'Océan Polaire septentrional appartiennent à une seule et même dépression géosynclinale, très étendue, et seulement interrompue, par places, par des épanchements volcaniques.

M. *Osborn*, l'éminent paléontologiste américain, publie, avec le concours de paléontologistes français et étrangers, la troisième édition de son *Tableau des horizons de Mammifères tertiaires en Europe et en Amérique*, en faisant remarquer que, pour comprendre l'évolution des Vertébrés, on doit tenir grand compte de l'orographie, de la nature du sol, de la végétation dans laquelle ont vécu ces êtres et aussi des migrations auxquelles ils ont pu être soumis. Le problème paléontologique se rattache ainsi à la Géologie, à la Zoogéographie, à la Zoologie et devient alors un problème biologique.

À l'heure actuelle, on peut considérer comme bien près d'être établie l'exactitude des corrélations entre les divisions de l'Éocène, en Europe et en Amérique, tandis que celles de l'Oligocène, du Miocène, du Pliocène et du Pléistocène ne doivent être envisagées que comme provisoires. Quoi qu'il en soit, on a suffisamment d'éléments aujourd'hui pour conclure, avec M. Gaudry, que la marche de l'évolution a été la même en Amérique et en Europe.

Les travaux de MM. Dollfus, Guébbard, Bleicher, Stanilas Meunier, Martel, Raulin, Fabre, Van den Broeck, etc., seront certainement développés par ces auteurs dans des Revues françaises. Je n'en parle pas pour cette unique raison.

III. — PÉTROGRAPHIE.

Les pétrographes ont pris une large part au Congrès de Géologie de 1900. La présence des représentants les plus autorisés de cette science, les discussions parfois passionnées qui eurent lieu dans les réunions préparatoires et durant le Congrès pour arriver à une entente sur un certain nombre de questions touchant aux principes fondamentaux de cette science, montrent son importance croissante.

Tous les congrès émettent des vœux, souvent platoniques, car ils ne lient pas les savants, qui conservent toute leur liberté d'action. Et parfois, les dissidents ont plus tard raison contre ceux

¹ PH. GLANGEAUD : LES VUES NOUVELLES SUR LES CAUSES DE L'ÉPOQUE GLACIAIRE. *Revue générale des Sciences*, 15 janvier 1899.

qui avaient voulu enfermer la science dans d'étroites limites, et qui croyaient d'ailleurs, par là, de très bonne foi, la faire avancer plus vite.

M. Becke, l'éminent professeur de Vienne, estime que la Pétrographie est encore dans la période d'accumulation des faits et que le temps n'est pas encore venu où l'on puisse les systématiser avec fruit. Une nomenclature rationnelle, systématique des roches devrait être basée sur toutes les relations des roches (rôle géologique, composition minéralogique et chimique, structure). Toute préférence pour l'un de ces points de vue, préférence inévitable dans la période de transition que traverse actuellement la Pétrographie, disparaîtra certainement plus tard.

Les classifications, même provisoires, ont cependant du bon, car elles permettent de grouper les choses apparentées les unes aux autres, de mieux saisir les relations qui les unissent et de simplifier la nomenclature.

Les travaux des Commissions de Pétrographie ont porté surtout sur la nomenclature des roches. Retenons seulement, parmi les vœux votés, les suivants, qui sont les plus importants :

1^{er} *Vœu* : Les noms d'auteur devront toujours être indiqués, à la suite des noms de roches, comme cela est d'usage en Zoologie et en Botanique.

2^e *Vœu* : Il y a lieu de nommer une Commission internationale, chargée de publier les noms nouveaux des roches, avec leur description aussi précise que possible, avec leur analyse chimique et, au besoin, avec un dessin reproduisant leur structure.

3^e *Vœu* : Il est avant tout désirable de régulariser la nomenclature des roches éruptives où le manque d'unité est particulièrement sensible.

Ces trois vœux ont été adoptés à l'unanimité. Il n'en a pas été de même du quatrième, ainsi conçu :

4^e *Vœu* : La caractéristique des grands groupes, par exemple des familles, doit se baser sur la composition minéralogique appuyée sur la composition chimique et la structure.

Ce vœu, qui a été voté à une assez forte majorité, est un succès pour l'École française, représentée par deux de ses fondateurs, MM. Fouqué et Michel Lévy, qui accorde une importance prépondérante à la composition minéralogique sur la composition chimique, tandis que l'autre École fait l'inverse.

La section de Minéralogie et de Pétrographie a également voté la publication d'un *Journal international de Pétrographie*, qui renfermerait des résumés et des travaux extrêmement courts.

Nous ne pouvons examiner que quelques-uns des Mémoires de Pétrographie qui ont été présentés

M. Joly, professeur de Géologie et Minéralogie à Dublin, a fait une série d'expériences destinées à déterminer l'ordre de formation des silicates dans les roches. Ces expériences lui ont montré que les points de fusion, un peu inférieurs à ceux qui sont actuellement admis, sont en complète harmonie avec la théorie de Rosenbuch, suivant laquelle l'ordre de consolidation des silicates est fonction du degré de basicité.

Les anomalies dans l'ordre de formation de ces minéraux, le phénomène d'accroissement intratellurique qu'ils présentent, et qui ont fait l'objet de nombreux travaux de MM. Fouqué et Michel Lévy, s'expliquent, d'après M. Joly, par la variation de stabilité des silicates soumis à une chaleur prolongée. Les expériences de ce géologue auront leurs applications dans les recherches de température des laves solidifiées et dans la fusion des enclaves.

L'étude de M. Weinschenk, sur le *Dynamométamorphisme et la piézo cristallisation*, est fort intéressante, bien qu'un peu obscure et assez hypothétique. L'auteur ne tient guère compte, ou si peu, des travaux des pétrographes et des géologues français, qui ont cependant fait avancer beaucoup l'état de la question, et des géologues anglais, qui ont émis des idées se rapprochant des siennes par certains côtés.

M. Weinschenk ne paraît pas avoir résolu toutes les difficultés sur la question de l'origine des schistes cristallins et du terrain primitif.

Pour ce géologue, il y aurait, pour les Alpes, par exemple, un rapport très net entre les plissements montagneux et l'apparition des masses granitiques. « Par la pression exercée pendant les plissements, le magma fluide s'est élevé de la profondeur et s'est injecté entre les couches des différents horizons géologiques, tandis que des mouvements et des dislocations colossales accompagnaient le phénomène de l'intrusion. La tension n'était pas supprimée par l'injection du magma liquide, et ce magma s'est consolidé sous la pression des montagnes qui se plissaient encore. » M. Weinschenk désigne sous le nom général de *piézo cristallisation* « l'ensemble des phénomènes qui se sont passés pendant la consolidation du granite central des Alpes » ; il croit que tous les faits constatés s'expliquent si l'on admet que la solidification du granite s'est faite sous une grande pression.

« La consolidation de la roche a commencé avec la séparation des éléments noirs (biotite et hornblende). Le mica s'est d'abord formé dans la masse liquide. A ce moment, les pressions orogéniques ont agi sur la zone périphérique du magma, orientant ce minéral normalement à la pression. Au sein de la masse visqueuse, cette faculté d'orientation a

été remplacée par une tension intérieure dirigée dans tous les sens. » Ainsi s'expliquerait, pour le professeur de l'Université de Munich, la zone périphérique schisteuse qui passe à un noyau granitique. « Quand il s'est formé de grands cristaux de feldspath, les paillettes de mica se sont disposées autour de lui, ont empêché sa croissance et l'ont contraint à prendre une forme ocellée. A un état plus avancé de la cristallisation, le magma était transformé en un squelette solide dont les espaces interstitiels étaient remplis par le résidu liquide. Les efforts orogéniques ont amené aussi l'écrasement de ce squelette cristallin; les feldspaths se sont froissés, les micas se sont tordus. Dans les parties où commençait la cristallisation du dernier élément, le quartz, celui-ci a été influencé dans son développement par ces pressions énormes. La trituration des éléments composants ne serait pas toujours due à l'influence de pressions postérieures à leur consolidation.

« Pendant ce temps, les minéralisateurs à haute température se sont infiltrés dans les sédiments, déjà fortement plissés et disloqués et ont commencé leur réaction métamorphique sous l'influence de la pression élevée. Cette action diffère du métamorphisme de contact normal par la tendance de la roche à prendre le plus petit volume possible: les roches de contact *piézométamorphiques* contiennent toujours, de deux minéraux dimorphes, celui qui a la plus grande densité. »

J'ai tenu à donner presque *in extenso* les principales conclusions de l'auteur, afin qu'elles paraissent plus compréhensibles. En résumé, pour M. Weinschenk, trois agents seraient intervenus dans la formation des schistes cristallins :

1^o Le magma fondu, consolidé sous l'influence de la pression, aurait permis l'alignement des éléments cristallisés; 2^o mais les mouvements orogéniques auraient troublé cette régularité; 3^o enfin, les minéralisateurs seraient intervenus avec plus ou moins de force.

Suivant le rôle variable considérable de ces trois facteurs, et la nature du magma, on avait des roches schisteuses de nature différente.

M. W. Salomon propose un *Essai de nomenclature des roches de contact* et M. Sacco une *Classification générale des roches*.

Dans un important Mémoire relatif aux *Roches basiques accompagnant les lherzolites et les ophites des Pyrénées*, et qu'il nomme *ariégites* et *hornblendites*, M. Lacroix étudie la structure, la composition chimique et minéralogique de ces nouvelles roches et les relations qui les unissent aux ophites et aux lherzolites. Il conclut qu'elles sont étroitement apparentées et constituent des varia-

tions d'un même magma profond. Des expériences de laboratoire ont permis également à l'auteur de montrer que ces mêmes roches, fondues et recristallisées, reproduisent des roches microlitiques offrant la composition des basaltes. Ces derniers pourraient donc être considérés comme la forme d'épanchement des premières, qui sont des roches de profondeur à structure holocristalline et presque toujours grenue.

Le Congrès a décidé l'impression, dans les *Comptes rendus*, du *Lexique pétrographique* de M. Læwinson-Lessing, qui rendra les plus grands services aux pétrographes.

Ce *Lexique*, qui est plutôt une seconde édition qu'une simple traduction de l'œuvre de l'éminent pétrographe russe, n'a pas moins de 300 pages, et il a été modifié avec le concours d'un grand nombre de pétrographes européens et américains.

Dans ce travail, presque tous les termes utilisés par les pétrographes du monde sont indiqués, avec leur signification, et le nom de l'auteur qui les a employés la première fois. M. Barrois, qui a revu ce *Lexique* avec grand soin, a fait suivre également, conformément aux vœux du Congrès, le nom des roches du nom de l'auteur et de la date d'émission.

IV. — GÉOLOGIE DU CARBONE.

La géologie du carbone s'est enrichie d'importantes contributions dues à MM. Eug. Bertrand, Grand'Eury, Lemièrre, Renault et Weinschenk.

Disons d'abord quelques mots de la *Note de M. Weinschenk sur la formation du graphite*. Une opinion assez répandue veut que les gisements de graphite soient d'anciennes veines de houille, antérieures aux premières couches fossilifères et modifiées par métamorphisme. A la suite de l'étude minutieuse d'un assez grand nombre de gisements de graphite (Ceylan, Bavière, Cumberland), M. Weinschenk établit qu'on ne trouve jamais de termes de passage entre le charbon et le graphite. Tous les gisements étudiés par l'auteur lui font conclure que le carbone des gisements graphitiques a été amené par des émanations volcaniques, ou que, provenant de substances organiques, il a été remis en mouvement sous l'influence d'actions volcaniques. Il a fréquemment, en effet, une allure filonienne, est en relation avec des roches intrusives, et les roches imprégnées de graphite sont, en outre, remplies de minéraux d'altération.

« Ce seraient des fumerolles, principalement composées d'anhydride carbonique, de carbonyles et de cyanures métalliques, qui auraient déposé, d'une part le graphite, d'autre part les oxydes de

titane et de manganèse qui l'accompagnent, tout en décomposant la roche encaissante. »

Il faut rapprocher cette opinion de celle d'Armand Gautier sur l'origine des carbures d'hydrogène et de l'acide carbonique, qui est assez analogue à celle du professeur de l'Université de Munich.

MM. Renault et Eug. Bertrand, qui ont attaché leur nom à tant de travaux intéressants relatifs à l'origine des charbons fossiles, ont donné au Congrès de Géologie deux Mémoires qui se complètent l'un l'autre et permettent d'avoir une idée générale sur la genèse des produits carbonés.

M. Eug. Bertrand présente de cette façon le résumé de ses recherches sur les deux types de combustibles que l'industrie nomme *bogheads* et *schistes bitumineux*. Les premiers sont formés par des algues gélosiques, comparables aux fleurs d'eau, enfouies dans une gelée brune. L'accumulation d'algues s'est faite rapidement, en une saison, et la fossilisation a eu lieu en présence du bitume. Les schistes bitumineux sont des accumulations de gelée brune, faites dans les mêmes conditions que celle des *bogheads*, mais les corps figurés n'y interviennent que pour une part insignifiante.

L'addition d'algues en fait des *bogheads*, l'addition de spores en fait un charbon de spores, l'addition de coprolites peut en faire un charbon animal.

M. Renault, dans son travail sur le *Rôle de quelques bactériacées fossiles au point de vue géologique*, fait ressortir le rôle important que les infiniment petits ont joué dans la formation de quelques-unes des couches du globe où on les rencontre en abondance¹ :

1° En déterminant, sous forme de zoogléas, issues de la décomposition des plantes, la formation de roches oolitiques siliceuses à structure radiée ;

2° En pratiquant la *décomposition partielle* des végétaux dans des marais ou en eau profonde. Dans le premier cas, ils ont contribué à la formation des tourbes, des lignites et des charbons lignitoïdes. Dans le second, ce sont des *bogheads*, des houilles, des cannels et des anthracites qui se sont formés. Dans tous les cas, il y a eu perte d'oxygène et d'hydrogène en plus grande proportion que de carbone, sous forme d'hydrogène proto-carboné et d'acide carbonique ;

3° La *nature* des végétaux paraît avoir eu une certaine influence sur la qualité des combustibles produits.

a) Les *bogheads* ont été formés par l'accumulation d'algues d'eau douce ;

b) Les *cannels*, par une sorte de sélection portant sur des *fructifications de cryptogames et d'algues d'eau douce*.

c) Les *houilles* résultent de l'assemblage de tous les organes des plantes, *bois, écorce, feuilles, fructifications variées*, etc. ; leur composition dépend de l'altération plus ou moins profonde que la fermentation microbienne leur a fait subir.

Dans son Mémoire sur la *Transformation des végétaux en combustibles fossiles*, M. Lemièrè, ingénieur, fait à son tour de curieux rapprochements en essayant d'établir qu'« il y a une analogie complète entre la fermentation houillère et la fermentation alcoolique ».

Les travaux de MM. Renault et Eug. Bertrand semblent bien appuyer les théories de M. Lemièrè, qui « assimile les formations de la houille à la fabrication de l'alcool, en retrouvant dans la première opération, accomplie par les forces naturelles, les mêmes phases de macération, de vie microbienne aérobie et anaérobie, les mêmes dégagements de gaz et finalement un enrichissement des matières premières en carbone, phénomènes que l'on reproduit tous les jours dans l'industrie. L'alcool réduit aux pulpes et drèches est un produit comparable à la houille ».

Retenons, parmi les conclusions de M. Lemièrè, qui sont des plus intéressantes, mais dont certaines recevront vraisemblablement des modifications, les considérations suivantes :

« Les facteurs principaux de la transformation des végétaux en combustibles fossiles sont : les ferments solubles, les ferments vivants et les antiseptiques. Les deux premiers sont des agents de transformation, le troisième est un agent de conservation ; les ferments solubles ne sont peut-être pas indispensables pour obtenir un certain degré de carbonisation : exemple, la tourbe ; mais, quand ils existent, ils développent beaucoup la macération, c'est-à-dire la formation de la matière fondamentale pulpense.

« Les ferments vivants sont les agents de la fermentation, et par suite de la carbonisation ; enfin, les antiseptiques sont indispensables pour limiter la transformation en gaz et sauver de la destruction complète une partie de l'accumulation végétale.

« Dans le cas le plus général, celui des houilles, le processus de la formation des combustibles minéraux est diastasique et microbien, c'est-à-dire que l'action des diastases correspond à la macération et que l'action proprement dite des microbes correspond à la fermentation. »

¹ Voyez aussi à ce sujet B. RENAULT : Les bactéries fossiles et leur œuvre géologique, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1896, t. VII, p. 804 à 813.

M. *Grand'Eury*, qui a soutenu l'opinion que l'on sait sur l'origine de la houille, essaye encore de trouver des arguments pour combattre la théorie de M. Fayol, si généralement admise, en étudiant les *tiges enracinées des terrains houillers*, qui, pour l'auteur, « ont vécu là où on les trouve, et ont le plus contribué à former la houille ». Le savant ingénieur admet cependant que ces tiges sont irrégulièrement distribuées et à toute profondeur, et que « le bassin s'est creusé pendant sa formation par des mouvements d'affaissement lents et brusques ».

M. *Grand'Eury*, qui a publié des travaux remarquables sur la flore houillère, semble oublier que s'il y a eu affaissement, produit généralement par l'enfoncement progressif des synclinaux ou des cuvettes déterminant les dépressions houillères, il y a eu aussi élévation correspondante, par plissement, des parties continentales, parfois très montagneuses, qui entouraient ces dernières.

N'est-il donc pas logique d'admettre la formation de torrents descendant de ces régions élevées, couvertes de forêts, et charriant les végétaux dans les parties basses?

Je regrette de ne pouvoir parler, faute de place, des travaux sur les *volcans*, les *glaciers*, les *grottes et cavernes*, ceux sur la *Géologie appliquée*, et surtout ceux sur l'*Hydrologie*.

On doit retenir, toutefois, que la Géologie tend de plus en plus à devenir pratique et à prêter son concours à de nombreuses recherches minières, d'eau potable, d'eau minérale, etc.

V. — TRAVAUX INTERNATIONAUX DU CONGRÈS.

Divers projets d'ordre collectif ont été adoptés par le Congrès.

Sir Arch. Geikie a demandé qu'il y eût une coopération internationale dans les investigations

géologiques, pour soumettre les faits observés à des mesures précises et pour les contrôler.

A ce sujet, M. Albert Gaudry disait : « Ce projet, qui exige une action continue, me semble fécond. Notre Congrès, comme certains convents au Moyen-Age, deviendrait une institution permanente, poursuivant, s'il le faut, pendant un siècle, les œuvres qu'une courte vie humaine ne peut accomplir. »

M. *Chamberlain*, le distingué géologue américain, ne demande pas moins qu'on revienne à l'étude et à la discussion des principes fondamentaux qui doivent servir de base à la classification géologique.

Tous ceux qui se sont occupés de Paléontologie savent les difficultés qu'on éprouve souvent à déterminer une espèce ou à recourir aux travaux spéciaux ou généraux, dans lesquels les premières diagnoses ont été faites. Pour faire disparaître ce fâcheux inconvénient, M. *Ehler* proposa au Congrès la fondation d'une publication destinée à *rééditer les types des fossiles décrits et figurés* antérieurement à une époque déterminée. Je n'ai pas besoin de faire ressortir l'intérêt considérable d'une telle œuvre, qui avait déjà été indiquée par M. *Kilian*. Aussi son exécution fut-elle adoptée à l'unanimité.

Pour terminer cet exposé, que je regrette si sommaire, disons, avec l'éminent président du Congrès, M. Albert Gaudry, que « outre les jouissances d'amitié internationale, les Congrès de Géologie antérieurs à celui de 1900 ont déjà apporté de nombreux avantages scientifiques, établi bien des accords et préparé la solution de hautes questions ». Celui de Paris, qui a eu tant de succès, contribuera pour une large part, nous l'espérons, à développer ces résultats.

Ph. Glangeaud,
Maître de Conférences
à l'Université de Clermont-Ferrand.

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

I. — CYTOBLAGNOSTIC.

Regarder une cellule sous un microscope, en décrire les caractères normaux et les attributs pathologiques, étudier sur elle l'effet des divers réactifs et interpréter les phénomènes observés, ces actes, dont les applications sont variables à l'infini, constituent une branche spéciale de la Science qu'on appelle *Cytoscopie*. En Médecine, l'acception de ce mot est devenue beaucoup plus restreinte ; et, pratiquement, on ne l'applique guère aujourd'hui qu'à l'étude des cellules en suspension dans un liquide humoral quelconque : sang, lymphe, urine, pus, exsudats divers, épanchements pleurétiques, péri-tonéaux, articulaires, etc.

La facilité avec laquelle on peut aujourd'hui puiser sans danger, par la ponction lombaire, le liquide céphalo-rachidien a étendu la cytoscopie à l'étude de cette humeur sur le vivant.

De l'examen des cellules contenues dans ces divers liquides, on tire des conclusions qui, dans certains cas (et ceux-ci deviendront sans cesse plus nombreux), sont utiles pour établir ou confirmer un diagnostic. De là vient le mot *cytodiagnostic*, dont la valeur est analogue à celle du mot sérodiagnostic, qu'avait imaginé M. Widal et que nous avons expliqué dans une précédente Revue.

Ce sont les résultats acquis jusqu'à ce jour que nous allons résumer. Rappelons que c'est surtout la théorie de Metchnikoff, la phagocytose, c'est-à-dire la réaction des globules blancs sur les divers agents infectieux ou simplement sur les corps étrangers à l'organisme, les périodes de coloration découvertes par Ehrlich et le procédé technique de la centrifugation, qui ont permis à la cytoscopie et au cytodiagnostic de prendre leur importance actuelle parmi les méthodes d'investigation clinique. Les multiples travaux de tous ordres qu'elles ont suggérés ont abouti à l'application et à la généralisation du procédé.

1. — *Sang.* — Sans revenir sur la composition du sang et les diverses modifications que peuvent subir les globules rouges, nous ne parlerons que des globules blancs, leucocytes, parce que ceux-ci ont une propriété caractéristique de migration qui les fait retrouver à divers états dans les autres liquides de l'économie.

Ces leucocytes ont une grande variabilité d'aspect. On en a fait une véritable classification. Elle amènera sans doute à la connaissance des causes qui président à ces variations. Le principal élément de

différenciation des globules blancs réside dans les caractères du noyau.

Les uns ont un noyau sphéroïdal, unique, de forme assez régulière. Pour cela, on les a appelés mononucléaires. Les autres ont une masse nucléaire irrégulière, fragmentée : la cellule paraît avoir plusieurs noyaux, être polynucléaire.

Le leucocyte mononucléaire a un protoplasma assez homogène dans lequel se détache bien le noyau, isolé, unique, souvent sphéroïdal ou cylindrique et plus ou moins contourné en U. Mais on a établi entre ces mononucléaires des différences qui portent surtout sur leur volume. On en distingue des grands, des moyens et des petits. La proportion des grands et des petits est différente suivant les conditions.

Les leucocytes polynucléaires, outre la multiplicité des noyaux, ont un caractère commun, qui les différencie déjà nettement des précédents : ils ont un protoplasma grenu, formé de granulations de volume variable. Les uns ont des granulations très fines et presque égales ; les autres ont des granulations inégales et volumineuses. Ces derniers sont appelés polynucléaires et éosinophiles, parce que leurs granulations prennent et fixent avec une affinité spéciale certaines substances colorantes (éosine).

C'est, du reste, sur ces propriétés colorantes des granulations leucocytaires qu'est fondée la division universellement adoptée d'Ehrlich, et qui comporte les quatre variétés suivantes :

1^o Les leucocytes polynucléaires neutrophiles, dont le protoplasma est granuleux avec un noyau irrégulier, fragmenté, polymorphe. De plus, ce protoplasma contient des granulations neutrophiles, ainsi appelées parce qu'elles présentent une réaction spéciale. Colorées avec le réactif triacide d'Ehrlich, composé de vert de méthyle, d'orangé et de fuchsine acide, elles prennent une teinte violette. Or, le réactif dit triacide est en réalité *neutre*, d'où la dénomination de neutrophiles appliquée à ces granulations, qu'on nomme aussi granulations ϵ .

2^o Les leucocytes polynucléaires éosinophiles. L'aspect général de la cellule est le même que dans la variété précédente ; mais, colorées avec le même réactif triacide d'Ehrlich, certaines granulations protoplasmiques prennent une teinte rouge très nette. Elles fixent avec intensité la couleur *acide* ; d'où leur nom d'acidophiles ou éosinophiles. Cette granulation éosinophile, généralement plus grosse que la précédente, est dite aussi granulation α .

3^o Des leucocytes à protoplasma vasculaire, à

noyau irrégulier, multilobé, nommé *mastzellen* d'Ehrlich. Elles ne contiennent pas de granulations α ou ε , mais des granulations colorées en violet rougeâtre.

1^o Enfin des leucocytes mononucléaires à noyau sphéroïdal et à protoplasma homogène.

Dominici, dans un intéressant travail sur l'origine et la valeur de ces divers éléments, a donné les proportions dans lesquelles on les trouve normalement.

Si l'on examine les diverses humeurs qui, à l'état normal ou pathologique, occupent certaines cavités du corps, on remarque, après quelques essais, que leur richesse en leucocytes est très variable et que les leucocytes trouvés ne sont pas tous de la même espèce. C'est sur la variabilité de ces éléments qu'on s'appuie pour arriver au diagnostic. Examinons-les successivement.

2. *Plèvres*. — Widal et Ravaut ont tiré quelques conclusions pratiques de l'examen histologique de l'exsudat pleural.

L'épanchement provoqué par la pleurésie simple (si souvent tuberculeuse) donne un liquide que caractérisent de petits leucocytes mononucléaires, lymphocytes, en nombre assez considérable. Ils sont accompagnés d'une petite quantité d'hématies.

La pleurésie consécutive à des lésions tuberculeuses avancées du poumon a une autre formule cytopathologique. Le nombre des lymphocytes et des hématies est restreint, mais on y trouve des leucocytes polynucléaires à noyau très fragmenté et à granulations neutrophiles; en outre, quelques mononucléaires déformés et dégénérés.

Les épanchements par stase, les liquides d'hydro-thorax (ceux observés chez les cardiaques par exemple) présentent de grandes cellules provenant du revêtement épithélial de la plèvre, isolées ou réunies en lambeaux. Il y a relativement très peu de lymphocytes.

Dans la pleurésie streptococcique, ce sont les polynucléaires neutrophiles qui dominent.

Dans la pleurésie pneumococcique, outre un nombre beaucoup plus considérable qu'ailleurs de lymphocytes et d'hématies, il y a une grande abondance de polynucléaires et de grandes cellules mononucléées, qui, selon Widal et Ravaut, auraient un pouvoir phagocytaire accentué et engloberaient les polynucléaires.

Le liquide de la pleurésie cancéreuse est caractérisé par les cellules distinctives du néoplasme.

On voit donc que, d'après la seule formule cytopathologique d'un épanchement pleural, on peut avoir une indication valable pour le diagnostic de la nature de l'affection causale.

Signalons encore l'intérêt de l'étude cytopathologique

dans le cas d'un épanchement de sang dans la plèvre, consécutif à un traumatisme. Tuffier et Milian ont montré qu'elle pouvait en faire prévoir la suite clinique. Les polynucléaires, si le liquide est aseptique, disparaissent progressivement et sont toujours en nombre beaucoup moindre que les lymphocytes et mononucléaires. S'ils prédominent au contraire, c'est que la cavité pleurale est infectée et que les signes cliniques de la suppuration ne tarderont pas à se manifester.

3. *Péritoine et autres séreuses*. — Les résultats sont ici absolument comparables à ceux que nous venons de voir pour les plèvres. Le liquide séreux d'ascite (épanchement dans la cavité péritonéale au cours d'affections cardiaques, hépatiques, rénales) est pauvre en éléments figurés, tandis que le liquide de la péritonite tuberculeuse contient des lymphocytes en nombre appréciable.

Les liquides des kystes de l'ovaire contiennent des cellules de diverses espèces et en particulier de grosses cellules ovalaires ou rondes, remplies de vacuoles, et moins constamment des cellules cylindriques, dont l'un des pôles porte une touffe de cils vibratiles (Tuffier et Milian).

Les hydarthroses tuberculeuses ont pour caractéristique la présence des lymphocytes (Achard et Lœper). De même, l'hydrocèle tuberculeuse, l'hydrocèle blennorrhagique, comme la plupart des infections aiguës, contiennent des polynucléaires.

4. *Liquide céphalo-rachidien*. — Normalement, et dans un grand nombre de maladies, le liquide céphalo-rachidien puisé sur le vivant au moyen de la ponction lombaire est extrêmement pauvre en éléments figurés. Le nombre très restreint de leucocytes et d'hématies qu'on y trouve parfois peut y être apporté du fait de la traversée des tissus par l'aiguille. Mais, quand il y a une cause morbide locale, quand les méninges sont lésées, même très superficiellement, on voit dans ce liquide des cellules en nombre très notable. Celles-ci varient suivant les cas. Widal, Sicard et Ravaut les ont étudiées spécialement dans la méningite tuberculeuse. Dans cette affection, ils ont remarqué une prédominance accusée des lymphocytes, quelquefois des hématies (si nombreuses en quelques cas que le liquide prend un aspect hémorragique); puis de rares polynucléaires. Chose importante, dans la méningite cérébro-spinale, ce sont au contraire les polynucléaires qui prédominent et les lymphocytes qui sont rares. Ces auteurs en arrivent donc à conclure que la formule cytopathologique de la méningite tuberculeuse est la lymphocytose.

On comprend aisément la valeur de cette constatation. L'absence de lymphocytes permet d'écartier

le diagnostic de méningite tuberculeuse, lorsque des désordres nerveux la simulent.

Les résultats précédents ont été confirmés par les recherches de Griffon, qui, dans trois cas de méningite aiguë de l'adulte, trouva une lymphocytose prédominante; par celles de Sicard et Brécy qui, dans la méningite cérébro-spinale, trouvèrent de très nombreux leucocytes polynucléaires. Ce procédé de diagnostic est d'autant plus intéressant que souvent, ni les méthodes de coloration, ni les cultures, ni même les inoculations aux animaux ne décèlent de microbes dans le liquide céphalo-rachidien, et que le diagnostic bactériologique direct ne peut donc être établi.

Dans diverses maladies de l'axe cérébro-spinal: paralysie générale, myélites, tabes, lésions syphilitiques du système nerveux, on trouve surtout des lymphocytes. R. Monod, entre autres, a signalé, dans la paralysie générale, des lymphocytes, quelques polynucléaires neutrophiles ou éosinophiles et de rares hématies. Dans le tabes, le dépôt du liquide céphalo-rachidien est formé à peu près des mêmes éléments. Dans la névrite périphérique alcoolique, les résultats sont peu précis. Ils sont négatifs, à part la présence de quelques rares mononucléaires, dans le rhumatisme chronique, l'alcoolisme et l'hystérie.

3. *Affections chirurgicales.* — Les données précédentes, appliquées soit au sang, soit aux diverses humeurs, sont suffisamment assises pour que les chirurgiens y voient un argument décisif pour ou contre l'opportunité de l'intervention qu'ils projettent.

Hartmann a déjà signalé ces avantages et constaté que le diagnostic différentiel entre le cancer et l'ulcère de l'estomac pouvait être fait, avant l'opération, par l'examen du sang. Il insiste sur ce fait que, dans le cancer, l'hyperleucocytose porte surtout sur les mononucléaires.

Des abcès latents, développés au sein des parenchymes, peuvent être décelés. Boinet a trouvé chez un homme que l'on soupçonnait atteint d'un abcès du foie une augmentation considérable (6 à 10 % environ) des leucocytes du sang: elle était fournie principalement par les polynucléaires.

Dans l'appendicite, Laignel Lavastine a signalé une tendance spéciale à l'éosinophilie du sang. Pendant la crise aiguë, on trouve dans le sang une proportion élevée de leucocytes polynucléaires éosinophiles. Après l'ablation de l'appendice, cette particularité disparaît. Or, cette éosinophilose ne se rencontre pas dans les affections abdominales, telles que la fièvre typhoïde, la pelvipéritonite consécutive à l'inflammation des ovaires ou des trompes, les entérites, etc.

Cependant il faut, pour que les enseignements de la cytoscopie soient nets en clinique, ne pas se contenter d'une seule constatation. Plusieurs examens sont nécessaires. Leurs résultats doivent toujours être concordants, et la disproportion des éléments dans le même sens flagrante. Le sang est en effet un liquide changeant, le nombre des leucocytes y est variable suivant le moment où on le considère. Des phénomènes physiologiques l'influencent; la digestion, par exemple, augmente la leucocytose, et parfois dans des proportions très notables. Cette augmentation semble même se faire surtout au profit des polynucléaires.

C'est encore une modalité du cytodagnostic que l'épreuve dite du vésicatoire qu'ont instituée Roger et Josué. Elle consiste à examiner les cellules contenues dans le liquide séreux qui s'accumule sous l'épiderme soulevé par l'application d'un vésicatoire. Ce liquide, quand la phlyctène est bien formée, est recueilli, centrifugé; puis le dépôt, étalé et desséché sur une lame, est coloré au triacide ou à la thionine.

Dans ces conditions, on trouve des différences nettes entre les sérosités provenant d'un sujet sain et d'un sujet malade. A l'état normal, il y a une très forte proportion de leucocytes polynucléaires éosinophiles.

A l'état pathologique, celles-ci sont rares ou manquent. Elles reparaissent lors de la guérison. Roger et Josué expliquent ce contraste par l'action des toxines sur les organes hématopoïétiques, et surtout sur la moelle des os. Les toxines empêcheraient la moelle de fournir des polynucléaires éosinophiles; elle ne donnerait que des neutrophiles. L'épreuve du vésicatoire sert donc d'indice pour mesurer le degré de l'imprégnation toxico-infectieuse de l'organisme.

Les éosinophiles ont ici une valeur prédominante. On trouve, en outre, dans le liquide des phlyctènes, des cellules neutrophiles, des lymphocytes et des myélocytes, qui, d'ordinaire, n'existent pas dans les exsudats; enfin, des cellules à réaction colorée spéciale, dont la nature est indéterminée et auxquelles les auteurs ont donné la dénomination d'attente de « cellules du vésicatoire ».

Chez les tuberculeux, en général, la présence des éosinophiles indique que la lésion est peu accusée ou que le sujet résiste bien à la maladie. Dans l'érysipèle, les éosinophiles disparaissent pour reparaître à la convalescence. Roger et Josué ont fait la même constatation dans des affections très diverses, comme les oreillons, l'angine simple, le zona, la bronchopneumonie, etc. Ils insistent sur la sensibilité de cette épreuve du vésicatoire. Son but n'est pas de renseigner sur la nature de l'affection, mais sur l'état de maladie, sur le degré

de l'infection, sur la résistance de l'organisme. Ces considérations en font un élément de pronostic important.

II. — VARIOLE.

Pendant les dix-huit derniers mois, la population parisienne a été éprouvée par une épidémie de variole assez sévère et surtout prolongée. La réapparition épidémique de cette maladie a été une cause de surprise. Les résultats acquis donnaient en effet à espérer que la variole s'éteindrait peu à peu. Les chiffres statistiques de Roger, portant sur ces dernières années, étaient des plus satisfaisants. L'hôpital d'Aubervilliers avait reçu 38 varioleux en 1896; 20, en 1897; 2, en 1898; et, de juin 1898 à décembre 1899, la variole n'avait nécessité *aucune* admission. A la fin de décembre 1899, une femme y arriva avec une varioloïde légère; et, dès ce jour, le nombre des malades est progressif: 8 entrent en janvier; à la fin de 1900, le total en dépasse 900. Depuis lors, l'intensité de l'épidémie est en décroissance. Les causes de la prolongation de cette épidémie ont été recherchées par Roger. Il en voit les raisons dans la négligence que mettent les habitants à se faire revacciner. On ne consent généralement à subir cette minuscule opération qu'une fois l'épidémie en plein développement. Ce n'est malheureusement pas la raison, mais la peur qui pousse la population à prendre cette précaution, si souvent efficace et toujours sans danger. Une revaccination positive et récente préserve complètement de la variole ou tout au moins atténue considérablement l'affection. Une revaccination négative et récente semble même porter ses fruits ou démontrer une immunité relative du sujet; car, s'il vient à prendre la variole, celle-ci est d'ordinaire bénigne. Il arrive qu'une première revaccination soit négative, alors qu'une seconde ou une troisième, pratiquée quelques jours plus tard, est suivie de succès. Ce fait est connu depuis longtemps; mais Roger signale cette particularité curieuse que, lors de la seconde revaccination, non seulement les dernières piqûres, mais les premières qui étaient restées stériles, se couvrent d'une vésicopustule. « Le virus déposé avait sommeillé, dit-il, et il a pu se développer quand on en a introduit une nouvelle dose. » La conclusion pratique de ces observations est la suivante: En dehors des épidémies, se faire revacciner tous les dix ans environ; en temps d'épidémie, se faire revacciner, bien qu'une vaccination antérieure de un an ou de deux ans ait été positive.

Une autre cause de la prolongation de l'épidémie, Roger la trouve dans l'isolement défectueux des malades. Un varioleux, même reclus dans un hôpital, correspond avec l'extérieur au moyen de lettres

et dissémine ainsi l'agent de contagion. On désinfecte bien les lettres, mais cette désinfection n'est parfaite qu'à la surface. Pour obvier à cet inconvénient, Roger, dans son service, a conseillé à ses malades de n'employer que les cartes postales pour les correspondances banales: il n'a pu obtenir d'eux cette complaisance. L'isolement du varioleux devrait durer quarante jours. Or, combien se résignent à cette exclusion. La maladie, une fois à peu près guérie, avant que l'épiderme ait été débarrassé des croûtes et des squames qui le souillent, les convalescents reprennent la vie commune: les uns retournent au bureau ou à l'atelier, les autres visitent leurs parents ou amis; ils se servent sans scrupule des voitures publiques, et tous disséminent le germe morbide. A Paris surtout, les moyens de contagion sont innombrables: et, dans la plupart des maladies infectieuses, il est presque rare que nous trouvions avec certitude le lieu et le mode de contagion.

Aux pratiques de revaccination, il est donc urgent d'adjoindre un isolement des malades effectif et rigoureux.

Le développement de l'épidémie parisienne a coïncidé avec la recrudescence d'une épidémie, qui sévissait discrètement à Lyon depuis le mois de juin 1899, et sur laquelle Courmont et ses internes ont fait des observations intéressantes. A Lyon comme à Paris, la variole s'était montrée très rare les années précédentes, si rare qu'on avait pu discuter la question de la désaffectation de l'hôpital d'isolement lyonnais. Ainsi qu'on l'observe habituellement, la variole a frappé de préférence les femmes, qui ne sont pas, comme les hommes, soumises à des revaccinations successives obligatoires. Les chiffres de Courmont sur la proportionnalité des sexes atteints suivant l'âge sont démonstratifs: avant 10 ans, le nombre des garçons atteints de variole est sensiblement égal à celui des filles; de 10 à 20 ans, le sexe masculin est plus frappé, les obligations militaires ou administratives n'ayant pas encore été remplies; après 20 ans, le nombre des femmes est à peu près *double* de celui des hommes; après 50 ans, l'égalité reparait. La mortalité est aussi plus élevée chez les femmes. La forme la plus grave de la variole, la variole hémorragique primitive, n'a frappé presque exclusivement que des sujets non vaccinés ou revaccinés depuis plus de dix ans.

Comme dans toutes les maladies infectieuses, le sang subit au cours de la variole des modifications importantes; généralement, le nombre des hématies et leur richesse en hémoglobine diminuent et la proportion des leucocytes augmente. Courmont et Montagard ont vu que cette hyperleucocytose se faisait surtout aux dépens des lymphocytes mo-

nonucléaires dans les cas simples. Si la maladie est compliquée, si des suppurations surviennent, ce sont les polynucléaires qui apparaissent dans le sang. En outre, le sang variolique serait caractérisé par la présence d'hématies nucléées et de leucocytes mononucléaires éosinophiles et surtout neutrophiles. Ces éléments sont de provenance myélogène ; ils ont leur siège normal dans la moelle des os. Ils sont si constants dans la variole qu'ils peuvent servir à affirmer le diagnostic. Ces constatations de Courmont et Montagard sont confirmées par E. Weill, dans un travail important consacré au sang et aux réactions défensives de l'hématopoïèse dans l'infection variolique, que nous retrouverons plus loin.

On sait que jusqu'ici l'agent causal de la variole a déjoué toutes les recherches. Aussi les nouvelles investigations de H. Roger et Weill, aboutissant à la détermination d'un parasite déjà entrevu, mais mal défini, ont-elles eu un retentissement considérable.

Examinant le pus variolique coloré au bleu de Löffler, ils virent de petits corps arrondis, de volume variable, fixant la couleur beaucoup plus énergiquement que les noyaux cellulaires. Ces corpuscules sont libres, quelquefois englobés dans des leucocytes mononucléaires. Ils se retrouvent également dans la pustule variolique avant sa suppuration, dans les épanchements sanguins et l'hématurie. Ils sont plus nombreux dans la variole hémorragique que dans la variole simple. Ils existent dans la varioloïde.

Si on inocule au lapin du pus variolique pur contenant ces corpuscules, non mélangés à d'autres bactéries surajoutées, comme le streptocoque ou le pneumocoque, on détermine chez l'animal une maladie mortelle, mais plus ou moins rapide suivant le lieu ou le mode d'inoculation. Elle dure de cinq à six jours ou de deux à trois semaines. En reprenant du sang chez l'animal ainsi inoculé, on y trouve les mêmes corpuscules. De plus, cultivés dans le sang même, ils augmentent de nombre dans les quarante-huit heures suivantes. Cette culture, réinoculée à un animal neuf, provoque chez lui une maladie encore mortelle. Dans leurs premières expériences, Roger et Weill n'avaient pas observé chez le lapin la formation de pustules nettes et comparables à celles qui se produisent chez l'homme. Mais, dans une nouvelle série de recherches, ils obtinrent chez les animaux inoculés le développement de papules qui se dessèchent et se recouvrent de croûtelles avant de suppurer. Roger et Weill font remarquer que, chez les nouveau-nés issus de mères varioliques, la variole ne détermine pas souvent l'éruption pustuleuse normale : celle-ci est remplacée

par une éruption papuleuse discrète. De plus, en recherchant les raisons pour lesquelles l'inoculation aux lapins n'est pas toujours positive, ils virent que, si le sang de l'animal inoculé donne à la culture les corpuscules caractéristiques, l'animal mourra certainement, tandis qu'il survivra si ces cultures sont négatives.

Weill, dans sa thèse, a mis en relief l'action de l'agent pathogène dans la production des réactions leucocytaires constatées dans le sang. Il compare la polyleucocytose variolique à celle de la leucémie myélogène. Il explique la différence que l'on remarque entre les réactions cellulaires de la variole et celles des autres affections par ce fait que le microorganisme pathogène est lui-même très différent. Il le classe parmi les Sporozoaires. Comme Courmont, il pense que la formule hémalogique de la variole est si caractéristique, qu'avant l'éruption même, on peut la distinguer des autres fièvres éruptives (scarlatine, rougeole, érythèmes, purpuras, etc.). Cette formule est identique dans la varioloïde et même la varicelle. Ce dernier point est un argument favorable à la thèse déjà soutenue, que la varicelle n'est qu'une variété de variole. L'état du sang peut même donner des indications précieuses pour le pronostic. L'absence d'une hyperleucocytose mononucléaire et la prédominance de la polynucléose sont des signes de gravité de l'affection.

Les altérations du sang dans la variole sont poussées à un degré excessif dans la forme hémorragique, où la terminaison fatale est presque la règle. Hayem et Bensaude en ont fait l'étude. Ils ont observé une diminution des globules rouges, une augmentation considérable des leucocytes et une pauvreté extrême du réticulum fibrineux et des hémoblastes. De là, une absence de rétraction du caillot sanguin et de formation du sérum. En outre, le sang contient des noyaux libres de globules rouges nucléés. Ce sont ces noyaux qui, d'après Hayem et Bensaude, auraient été pris par Roger et Weill pour des parasites du sang variolique. (Nous avons vu plus haut que la démonstration bactériologique de la réalité de ces parasites s'appuyait sur des arguments de grande valeur.)

La forme hémorragique de la variole tiendrait à une pénétration dans le sang des toxines. Celles-ci détermineraient la formation d'une infinité de petites concrétions granuleuses qui favorisent l'agglutination des hémoblastes. Ces concrétions obstrueraient les petits vaisseaux, d'où la production d'infarctus minuscules et des hémorragies.

La thérapeutique de la variole ne s'est accrue d'aucune ressource nouvelle. Cependant, mentionnons l'emploi judicieux qu'a fait Roger du chlorure de calcium dans les formes hémorragiques. Il a

mis à profit les propriétés hémostatiques de ce sel. Les résultats qu'il en a obtenus ont été satisfaisants au point de vue de la cessation des hémorragies (pustules hémorragiques, entérorragies, métrorragies) tout au moins, car le chlorure de calcium ne semble pas atténuer la virulence de l'affection.

Legrand, par l'application de bandelettes ou de pâte de Vigo, s'oppose à la formation des cicatrices disgracieuses qui suivent la guérison des pustules.

Courmont préconise avec une juste ardeur les bains. Ceux-ci doivent être pris quotidiennement, et durer quinze à vingt minutes. Pendant l'épidémie lyonnaise, il employa les bains au sublimé (30 grammes par litre). Il attribue nettement à cette balnéation la rareté des complications suppurées observées.

Contre l'ophtalmie variolique, complication assez fréquente et redoutable, il a employé avec profit les instillations répétées, plusieurs fois par jour, de bleu de méthylène à 1/500.

III. — RÉGULATION DE LA COMPOSITION DU SANG.

On a lu, dans les courts chapitres précédents, des allusions fréquentes aux modifications qu'apporte l'état morbide dans la constitution des diverses humeurs de l'organisme et du sang. Ce sujet sollicite vivement l'attention des médecins. Aussi je voudrais résumer ici une des pages les plus intéressantes qui aient été écrites cette année sur la Pathologie générale. C'est celle où M. Achard expose le mécanisme régulateur de la composition du sang.

On a toujours été surpris qu'au milieu des échanges incessants dont le sang était le siège à l'état normal, la composition de ce liquide restât pour ainsi dire fixe. Pour se rendre compte d'un équilibre aussi constant, il faut admettre l'intervention d'un mécanisme régulateur, dont l'existence, pressentie depuis longtemps, trouve sa démonstration dans les notions nouvelles sur le rôle des cellules de l'organisme.

Le sang comprend, entre autres éléments figurés, des hématies et des leucocytes de diverses variétés. L'état normal ne comporte que de faibles variations dans la proportion relative de ces cellules. De même, le sérum comprend un nombre sensiblement égal de molécules dissoutes. L'introduction expérimentale de substances étrangères au sang ou l'élevation artificielle du taux des substances qui font partie de sa composition amènent aussitôt l'élimination de ces matières. Que le corps introduit soit gazeux, ou liquide, ou solide, le lieu et le mode d'élimination varient; mais celle-ci ne s'en fait pas moins. Inversement, si l'on enlève

artificiellement au sang une partie de ses éléments, ce que réalise une saignée, par exemple, les pertes se réparent non seulement en matières salines ou albuminoïdes, mais en cellules vivantes. Ces deux phénomènes ne se passent cependant pas avec la même activité. L'équilibre physique se rétablit plus vite que l'équilibre chimique. Il faut, en effet, que les conditions physiques soient réordonnées pour que les échanges chimiques puissent se produire normalement.

La régulation étant démontrée, M. Achard en étudie le mécanisme. Les divers actes physiologiques : évaporation pulmonaire et cutanée, processus digestifs, élaboration moléculaire cellulaire, changent la concentration et la composition du sang. Les divers émonctoires et principalement les reins éliminent l'excès des matériaux qui s'accumulent dans le sang. L'expérience d'Hallion et Carrion montre qu'après injection dans le sang d'une solution hypertonique de chlorure de sodium, le rein se met à éliminer une partie du sel injecté : en même temps, pour s'opposer à la concentration du sang, les tissus lui cèdent de l'eau. La masse du sang est ainsi augmentée et la quantité d'hémoglobine qu'il contient pour un volume déterminé diminue.

L'élimination des matières en excès ne se fait pas indistinctement par tous les émonctoires. Ils ont chacun un rôle défini. Ils éliminent de préférence l'un une substance, l'autre une autre. Il convient de remarquer que si une voie devient insuffisante, une autre y supplée. La voie rénale, par laquelle se fait l'élimination de l'urée, vient-elle à être obstruée, celle-ci passe par les voies digestives et même par la peau, comme le prouvent les sueurs d'urée chez certains brightiques. Plus encore, si les émonctoires extérieurs sont insuffisants, la dépuración se fait au sein même des tissus, dans la lymphe interstitielle, dans le protoplasma cellulaire. Ce fait ressort des expériences d'Achard et Lœper. « Si on lie les uretères d'un animal ou le pédicule vasculaire des deux reins, de manière à tarir complètement l'élimination rénale, et qu'on injecte dans les veines une certaine quantité de ferrocyanure, ou de sulfocyanure de potassium, ou de chlorure de sodium ou de bleu de méthylène, on ne retrouve plus dans le sang, trois heures après l'injection, qu'une faible partie de la substance injectée. Au bout de vingt-quatre heures, on n'en peut plus déceler que des traces. Pourtant, toute la substance est restée dans l'organisme. Mais le sang l'a déversée presque tout entière dans l'intimité des tissus, et l'on peut s'en assurer par des dosages rigoureux pratiqués sur les différents organes de l'animal. » Ce que l'expérience prouve, certaines conditions morbides le réalisent. Ainsi, dans la

pneumonie, où il y a une baisse si remarquable des chlorures urinaires, on peut, comme l'ont fait Achard et Læper, faire ingérer au malade des quantités notables de chlorure de sodium sans les voir réapparaître dans l'urine. L'élimination ne se fait pas davantage par les fèces (Moraczewski); et cependant le sel reste dans l'organisme sans amener pour cela une concentration permanente du sang. Il se trouve, en effet, dans les tissus des divers organes (cerveau, muscles, cœur, etc.), où l'on peut le déceler en plus grande abondance après la mort, ou même sur le vivant dans les exsudats ou transsudats.

Cette accumulation des substances en excès dans les tissus n'est que temporaire. Peu à peu, les tissus les rejettent dans le sang; et ces substances s'éliminent lentement par leurs voies de prédilection. C'est également ce qu'on observe dans l'imprégnation biliaire: une jaunisse peut encore colorer les légumes d'une façon intense, tandis que les urines n'éliminent plus que de faibles quantités de pigments.

L'emménagement des matières étrangères dans les tissus permet au sang de reprendre au plus tôt ses qualités indispensables à la vie, de ne pas avoir une surcharge excessive et massive de matériaux à éliminer. Pour ne pas succomber sous le faix, il le fragmente, l'entrepose et le transporte en détail.

A l'état de maladie, les qualités du sang, ses propriétés physiques changent, la concentration moléculaire augmente ou diminue suivant les cas; il s'en suit que ses propriétés chimiques sont altérées. Le mécanisme régulateur accomplit quand même sa fonction; mais celle-ci ne s'effectue plus avec la même activité ou plutôt avec la même méthode. On comprend donc que, si une lésion organique locale prive partiellement la dépuratation urinaire de ses émonctoires, grâce au mécanisme régulateur, la difficulté puisse être tournée, parce que des voies de suppléance ou des relais s'établissent. C'est pourquoi une survie relativement longue est encore compatible avec la lésion organique.

IV. — PALUDISME.

On s'est beaucoup occupé récemment des moyens de combattre la malaria. Laveran, après avoir découvert l'hématozoaire, cause du paludisme, s'est attaché à rechercher l'habitat du parasite. Ces recherches furent simultanément poursuivies par nombre de savants, dans toutes les contrées où sévissaient les fièvres palustres. Les belles expériences de Ross, jadis relatées dans cette Revue même, montrèrent que la dissémination de la maladie pouvait se faire par l'intermédiaire des moustiques. Depuis lors, ce mode de contamination a

trouvé des preuves surabondantes. Il est aujourd'hui admis sans conteste que, dans la plupart des cas, c'est le moustique qui, en suçant le sang du fiévreux, y puise le parasite et l'inocule à l'homme sain. Cependant, le fait n'est pas aussi simple qu'il est exprimé, et le mécanisme semble plus compliqué que le transport banal d'un germe d'un sujet à un autre. Le moustique ne porte pas l'hématozoaire comme l'abeille porte le pollen fécondant d'étamine à pistil, ni même comme une mouche qui s'est posée sur un corps septique vient infecter la plaie minuscule qu'elle fait à l'homme. Il y a plus qu'un simple contact. Le moustique puise dans le sang du fiévreux l'hématozoaire, qui s'y trouve dans un état particulier, sous forme de corps sphériques et de croissants. Dans l'estomac de l'insecte, la fécondation du parasite s'opère. Il adhère alors à la paroi de l'estomac du moustique. Celle-ci le recouvre: il s'y enkyste. Pendant cet enkystement, le développement de l'hématozoaire se poursuit. Le contenu du petit kyste se subdivise en une multitude de petits corps fusiformes (sporozoïtes). Puis, le kyste se rompt et les sporozoïtes passent dans la cavité générale de l'insecte, s'y répandent et pénètrent dans les glandes salivaires. C'est alors que le moustique, piquant l'homme, peut introduire dans le sang des éléments qui vont poursuivre leur évolution, former les corps sphériques, envahir les globules rouges et donner naissance aux phénomènes cliniques du paludisme.

Tous les moustiques ne se prêtent pas également aux étapes successives de la vie de l'hématozoaire. Une espèce surtout, l'*Anopheles claviger*, en est l'hôte. Cette espèce pullule dans les pays à fièvres. A Paris, où les moustiques abondent, Blanchard a montré que l'espèce la plus commune était le *Culex pipiens*; et, bien qu'il fasse des réserves sur le rôle du *Culex* dans la transmission d'autres affections, il le met hors de cause en ce qui concerne le paludisme.

Ces connaissances étant acquises, on en a tiré au point de vue prophylactique des déductions pratiques, que Dopter, dans un tout récent travail, a bien développées et expliquées. Il montre, en effet, comment le paludisme peut s'établir en un lieu où il n'existait pas auparavant. Il suffit qu'un paludéen vienne y séjourner et que le pays compte les *Anopheles* dans sa faune. Ceux-ci suçent son sang, s'infectent et transmettent la maladie aux habitants. Aussi Dopter a-t-il groupé les moyens prophylactiques en deux catégories: les mesures à prendre contre le moustique, d'une part, contre l'homme même, d'autre part.

Il faut tout d'abord s'efforcer de détruire les moustiques. Pour y arriver, la suppression des

eaux stagnantes est nécessaire. C'est là que le moustique pond et éclôt. Le dessèchement des mares, le drainage du sol, l'écoulement facile des eaux, la mise en culture des lieux marécageux, sont des moyens généraux depuis longtemps reconnus efficaces. Les plantations d'arbres souvent réputées comme salubres, et qui le sont effectivement à bien des égards, ont ici des inconvénients. « L'eucalyptus notamment, dit Dopter, que l'on supposait doué de propriétés fébrifuges, offre au moustique un abri favorable pendant les chaleurs du jour. » Les conifères, pins, sapins, cèdres, sont préférables, surtout dans le voisinage des habitations.

Si ces conditions ne peuvent être réalisées, on s'attaque au moustique en détruisant sa larve. Celle-ci vit à la surface de l'eau. En recouvrant cette surface d'une mince couche de pétrole, on la tue par asphyxie. D'après Celli et Casagrandis, la poudre de chrysanthèmes aurait l'avantage de ne pas altérer l'eau et de tuer les larves en un quart d'heure. L'acclimatement de certains insectes destructeurs de moustiques, tels qu'une espèce de libellule (Haward), rendrait aussi des services. Pour chasser les moustiques des appartements, divers moyens ont été préconisés : combustion de poudre de fleurs de chrysanthèmes ou de racines de valériane, fumée de pétrole, etc. Mais ils n'ont pas, en général, un véritable pouvoir destructif. Onimus recommande l'évaporation dans les chambres d'huile de cajeput.

Le meilleur moyen d'éviter les piqûres est l'emploi de la moustiquaire. En Italie, Celli, puis Grassi firent des expériences pratiques très intéressantes à ce sujet. Au lieu d'avoir des moustiquaires individuelles, suivant la coutume, c'est toute la maison qu'ils garantissent par des toiles métalliques fines appliquées sur les fenêtres et les portes, celles-ci défendues en outre par un tambour treillissé. Dans des contrées extrêmement malsaines, les résultats obtenus ont été surprenants. D'autres expériences ont été faites en divers endroits, en Sicile, en Sardaigne, etc., avec le même succès.

A défaut de moustiquaire ou d'habitation appropriée, on peut recourir à des frictions faites sur les parties découvertes du corps avec des pom-

mades aromatiques (menthol, phénol, térébenthine, etc.). Ce procédé est très ancien. Peut-être la coutume qu'avaient les anciens et qu'ont encore certaines races de s'oindre d'huiles odorantes, l'habitude qu'ont certaines peuplades sauvages de se recouvrir le corps de couches de terres colorées et préparées, n'ont-elles qu'un but prophylactique contre les parasites de toute espèce.

Il va sans dire qu'il est imprudent de coucher en plein air, surtout sans que le corps soit complètement garanti.

Dans l'établissement d'une maison, on doit veiller à ce qu'il n'y ait pas de mares ou d'eaux stagnantes aux environs, disposer le rez-de-chaussée en surélévation et éviter d'y habiter la nuit. On a constaté à maintes reprises que les moustiques étaient d'autant plus nombreux qu'on se rapprochait du niveau du sol.

Dans les mesures qu'il conseille de prendre contre l'homme, Dopter, avec Laveran, Celli, etc., fait bien voir le danger que fait courir à ses voisins l'individu atteint de paludisme. Qu'un moustique vienne à le piquer, il puise dans son sang de quoi inoculer plusieurs autres personnes saines. Aussi le moyen le plus simple est-il de guérir le paludéen.

La quinine est l'agent thérapeutique le plus efficace. Mais il importe de poursuivre le traitement assez longtemps. Celli conseille de donner la quinine après l'accès, au moment où les hématozoaires sont encore jeunes. Koch donne quotidiennement 1 à 2 grammes de chlorhydrate de quinine jusqu'à la disparition des accès; puis, pendant les deux mois suivants, il la fait prendre tous les huit jours, pendant deux mois consécutifs.

L'isolement du paludéen a été proposé par Celli : isolement qui est réalisé dans l'habitation au moyen d'une moustiquaire individuelle ou par le groupement de tous les paludéens dans une habitation isolée.

A ces mesures prophylactiques spéciales, il faut joindre toutes les règles d'hygiène générale ordinaires : éviter le surmenage, les privations, la fatigue, les excès, les intoxications et surtout l'alcoolisme.

D^r A. Létienne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

André (Ch.), *Directeur de l'Observatoire de Lyon, Professeur d'Astronomie à l'Université de Lyon.* — **Traité d'Astronomie stellaire. II^e partie : Étoiles doubles et multiples. Amas stellaires.** — 1 vol. in-8° de 429 pages, avec 74 figures et 3 planches. (Prix : 14 fr.) Gauthier-Villars, Imprimeur. Paris, 1901.

Les groupes stellaires multiples, particulièrement les groupes formés de deux composantes, désignés sous le nom d'étoiles doubles, n'ont guère attiré l'attention des astronomes avant l'invention des instruments d'optique. Les premières observations systématiques entreprises, vers la fin du xviii^e siècle, par Christian Mayer, en vue de la découverte de ces astres, en firent connaître une soixantaine. Quelques années plus tard, W. Herschel, persuadé que la proximité apparente de deux étoiles est un effet de perspective, fut amené à rechercher, pour la détermination de leurs parallaxes, tous les groupes de cette espèce. Cette entreprise devait le conduire, après quarante années d'observations, à l'une des découvertes qui illustrent le plus son nom. La discussion de toutes ses mesures lui fit voir que « beaucoup d'étoiles doubles ne le sont pas qu'en apparence, mais doivent être considérées comme une combinaison réelle de deux étoiles intimement reliées l'une à l'autre par le lien de leur attraction mutuelle ».

L'historique du sujet, l'exposé des travaux des astronomes du xix^e siècle, pour défricher le nouveau champ d'investigations ouvert devant eux, tel est l'objet des premières pages du second volume du *Traité d'Astronomie stellaire* de M. André.

Après avoir parlé de l'élimination des erreurs systématiques qui se glissent dans les mesures, erreurs dont l'influence est considérable, l'auteur développe les méthodes de calcul qui permettent de discuter les observations d'étoiles doubles; il apprend au lecteur à discerner, parmi ces étoiles, celles qui, liées l'une à l'autre par l'attraction, forment un système binaire, de celles qui, réunies simplement par un effet de perspective, ne sont qu'un groupe optique.

M. André est ainsi conduit à parler de la détermination des éléments de l'orbite d'un système binaire, recherche qui nécessite l'étude préalable de l'orbite apparente de l'étoile secondaire autour de l'étoile principale, c'est-à-dire de la projection, sur la sphère céleste, de l'orbite véritable. Cette orbite apparente est toujours une ellipse, excentrée le plus souvent, par rapport à l'étoile principale. C'est ce seul fait, bien établi par l'expérience, qui a permis d'étendre à tout l'univers la loi de la gravitation, dont on ne pouvait, en toute rigueur, admettre la généralité, avant que la connaissance de la solution du problème célèbre, posé par J. Bertrand et résolu simultanément par Halphen et M. Barbou, n'ait donné la certitude à cet égard.

Un tableau énumérant les étoiles doubles dont on connaît les orbites termine cette partie du livre, dans laquelle le rare talent d'exposition de l'auteur, son érudition et la clarté qu'il sait mettre dans ses écrits, charment à chaque pas le lecteur.

M. André étudie ensuite le nombre, les dimensions, les masses et distances au Soleil des systèmes binaires, beaucoup plus répandus dans le ciel que les groupes optiques. Des discussions se dégagent de cette conclusion que « les étoiles qui composent les systèmes binaires ne diffèrent pas beaucoup, en moyenne, ni du Soleil, ni des étoiles simples par leurs dimensions, leurs masses et leurs densités, mais que, comme les étoiles simples,

elles se distinguent entre elles et du Soleil par leurs éclats intrinsèques ».

Suit la description de quelques binaires que l'œil, armé d'une lunette suffisamment puissante, dédouble facilement. Par la grandeur des excentricités des orbites et surtout par l'égalité ou, plus exactement, la similitude de grandeur des masses des composantes, ces systèmes se distinguent nettement du système solaire où l'astre principal s'est formé aux dépens de la presque totalité de la nébuleuse originelle. La même différence, et ce fait est bien de nature à montrer combien il est difficile d'arriver à une conception juste de la formation de l'univers, la même différence, dis-je, se retrouve dans les systèmes binaires, tels que Sirius et Procyon, dans lesquels le compagnon, dont l'éclat est considérablement moindre que celui de l'astre principal, a été découvert par des considérations théoriques, fondées sur la discussion des irrégularités de leurs mouvements propres, avant d'être vu dans les lunettes.

Les composantes des étoiles doubles, dont la distance angulaire est petite par rapport à 0",1, ne peuvent être séparées, même par l'emploi des plus puissantes lunettes actuellement en service dans les grands observatoires. Le dédoublement périodique des raies de leurs spectres, dû aux variations des vitesses relatives, dans le sens du rayon visuel, permet cependant de conclure, comme Pickering l'a fait le premier pour ζ Grande Ourse et β Cocher, à l'existence d'un système double. L'usage du spectroscopie ne se borne pas, d'ailleurs, à cette simple constatation. Faisant connaître, à chaque instant, la vitesse relative du compagnon dans la direction de la ligne de visée, il conduit à la détermination de l'orbite relative de l'une des étoiles autour de l'autre, et fournit des données importantes sur la valeur de la masse totale du système. On a pu ainsi acquiescer la certitude que les masses des cinq systèmes binaires spectroscopiques actuellement étudiés sont, comme celles des autres étoiles, tout à fait comparables à la masse du Soleil.

Après avoir exposé le sujet avec l'ampleur qu'il comporte, M. André aborde la description des phénomènes que présentent certaines étoiles variables, dites étoiles doubles photométriques à variations lumineuses discontinues, dont la plus anciennement connue est Algol. Il développe les considérations qui ont conduit à expliquer les variations d'éclat de cet astre, en admettant l'existence d'un satellite obscur éclipsant périodiquement le corps principal, hypothèse qui a été définitivement confirmée par les observations spectroscopiques de Vogel. M. André montre comment la connaissance des variations d'éclat fournit la valeur des éléments de l'orbite du satellite. Les moyens de calcul, la discussion numérique des observations photométriques sont très nettement exposés dans le volume.

La description des caractères de quelques étoiles du type d'Algol, la détermination du diamètre de cet astre, la théorie d'une inégalité périodique dans les époques de minima d'éclat des étoiles doubles photométriques, dont la cause a été rattachée par Tisserand à l'aplatissement du corps principal, achèvent d'épuiser le sujet et M. André passe à l'étude des étoiles dont l'éclat change avec le temps, mais dont les variations lumineuses sont continues. Les observations photométriques et spectroscopiques de ces astres décèlent des caractères qui appartiennent aux étoiles doubles, mais l'explication complète des phénomènes nécessite l'intervention d'autres causes encore mal connues. Aussi l'auteur insiste-t-il avec raison sur l'immense intérêt qui s'attache à l'observation physique de ces étoiles, dont la

surface est vraisemblablement, pour certaines d'entre elles, le siège de manifestations de l'énergie analogues à celles qui causent la période solaire.

Avant de passer aux amas stellaires, aux nébuleuses, à leur distribution dans l'espace, M. André consacre quelques pages à la description des systèmes triples et multiples. Il expose ensuite les particularités des amas globulaires, dont quelques-uns, les plus denses, possèdent des variables en proportion considérable, avec des périodes obéissant à des lois bien définies. L'étude des étoiles colorées, celle des changements de coloration des systèmes binaires, puis un aperçu de la conception de Madler, concernant la position, dans l'espace, du soleil central, autour duquel évolueraient les astres qui font partie de la Voie lactée, terminent le volume, dont les dernières pages résument les idées d'Herschel sur la genèse du monde céleste.

L'importance du sujet traité dans ce livre, l'ait avec lequel y sont conduites les discussions d'observations, en font un ouvrage de premier ordre à mettre entre les mains des jeunes astronomes. Faisant connaître une branche de l'Astronomie, presque complètement ignorée dans notre pays, il est appelé, croyons-nous, à exercer une notable influence sur la direction des recherches astronomiques.

MAURICE HAMY,

Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

2° Sciences physiques

Leidié (E.), *Professeur agrégé à l'École Supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris.* — **Palladium, Iridium, Rhodium.** (Tome III, 17^e cahier, 3^e fascicule de l'Encyclopédie chimique de Fremy). — 1 vol. in-8° de 395 pages. (Prix : 17 fr. 50.) Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1901.

L'auteur de ce livre a publié, soit seul, soit en collaboration avec Joly, d'importants travaux sur les métaux associés dans la mine de platine, sur les solutions qu'on peut adopter pour résoudre le difficile problème de leur séparation complète, comme aussi sur la préparation de leurs combinaisons, enfin sur la détermination de leurs poids atomiques. Ces recherches précises, longues et laborieuses, lui donnent, pour traiter ce sujet spécial, une particulière autorité.

Dans les anciens traités de Chimie, les renseignements qu'on trouve sur ces métaux précieux sont presque inutilisables, car les traitements anciens n'ont réalisé qu'une séparation incomplète. Les ouvrages modernes ne donnent, pour la plupart, que des renseignements sommaires sur des sujets aussi spéciaux.

Une exacte monographie de ces métaux était indispensable. P. n'est plus possible, en effet, d'admettre que l'étude des corps rares soit mise à part, et séparée de l'étude des éléments les plus usuels.

La théorie et la pratique, comme il convient, ont à présent, et auront de plus en plus, à fusionner. Les métaux rares, les couples électriques formés par leur contact, leurs alliages, soit entre eux, soit avec les métaux communs, sont indispensables à connaître, même pour les applications. Les actions dites de contact, dont le mécanisme, encore mal connu, est si curieux, sont et seront de jour en jour plus fréquemment utilisées. Au point de vue théorique, la découverte et l'étude des alliages de palladium et d'hydrogène ont donné aux chimistes des notions d'une importance capitale. La plupart de ces métaux précieux sont capables de donner des combinaisons, très complexes, mais très définies et dont les formes cristallines sont très nettes; elles ont beaucoup étendu les connaissances chimiques. On trouvera sur tous ces points, dans l'ouvrage de M. Leidié, l'exposé des découvertes faites, en France et à l'étranger, par tout un siècle de laborieux efforts.

L'excellent ouvrage que l'auteur vient de nous donner représente véritablement l'état actuel de la science.

LÉON PIGEON,

Professeur adjoint

à la Faculté des Sciences de Dijon.

3° Sciences naturelles

Pavillard (A.), *Chargé d'un Cours complémentaire de Botanique à la Faculté des Sciences de Montpellier.* — **Éléments de Biologie végétale.** — 1 vol. in-8° de xvi-389 pages, avec planches et figures. Société d'Éditions scientifiques. Paris, 1901.

En écrivant ses *Éléments de Biologie végétale*, M. Pavillard s'est proposé de combler une lacune entre les manuels élémentaires où l'élève s'initie aux rudiments de la Science et les grands traités didactiques en usage dans le haut enseignement. Il s'adresse spécialement aux candidats en Médecine qui, déjà dégrossis par l'enseignement secondaire, ont besoin, avant de franchir le seuil des écoles spéciales, d'apprendre à penser par eux-mêmes et à raisonner sur les faits observés.

Cette entreprise excitera la sympathie de tous ceux qui déplorent l'insuffisant développement de l'esprit d'observation et de l'esprit critique chez beaucoup de jeunes étudiants. Nous applaudissons à l'éloquent plaidoyer que l'auteur a mis dans sa préface en faveur des exercices pratiques. Rien ne se grave mieux dans l'esprit que les notions dégagées d'une causerie en pleins champs, sans autre ordre que celui des faits glanés au hasard de la course. Les élèves de M. Pavillard ont, à coup sûr, beaucoup de ces idées nettes dans l'esprit, puisque leur maître leur a appris à étudier l'histoire naturelle en face de la Nature.

Mais cette libre allure convient-elle à un cours complet ne laissant, dans un programme très vaste, aucune question sans réponse? Telle est, en effet, l'audacieuse entreprise dont ce livre est le produit.

Selon l'auteur, il est urgent de rompre avec de vieilles habitudes pédagogiques et d'adopter un plan nouveau plus conforme à l'ordre naturel. M. Pavillard ne veut point faire l'exposé d'une science abstraite divisée en compartiments indépendants. Effectivement, les vieux cadres sont quelque peu endommagés dans son livre; nous ne trouvons plus ici la classique division en Botanique générale et Botanique spéciale, qui se rencontre, plus ou moins nettement, dans la plupart des traités. Valait-il mieux décrire les plantes en particulier avant de connaître les propriétés qui les distinguent ou au contraire les propriétés avant de connaître les plantes qui les présentent? M. Pavillard cherche à supprimer cet irritant problème en prenant le progrès de l'organisation pour base de la division méthodique des matières et en montrant les mécanismes fonctionnels de plus en plus différenciés dans des catégories d'organismes de plus en plus complexes.

Les *Éléments de Biologie végétale* sont partagés en huit parties. Ces huit parties, typographiquement équivalentes, sont, en réalité, bien inégales. Six d'entre elles ont pour titres les noms des grandes subdivisions du règne végétal, tout comme les chapitres de la partie spéciale des traités de jadis. La première et la dernière, par contre, traitent de questions générales : celle-là est consacrée à l'organisation générale des êtres vivants; celle-ci est intitulée : « Dispersion des végétaux. Espèces, Géographie botanique ». A elles deux, elles répondent assez bien à la botanique générale; toutefois, leur dissociation n'est point une simple réminiscence de la sagesse de Salomon; elle trahit l'intérêt très différent que l'auteur porte à l'une et à l'autre.

Tous les problèmes ardu touchant à la vie intime de la plante sont étalés dans la première partie. Leur exposé sommaire ne le cède en abstraction à aucun manuel de forme ancienne. Il semble que l'auteur ait voulu, au début de sa course, se décharger des questions du programme dont l'étude se prête le moins aisément à ses conceptions pédagogiques.

Ces problèmes, indiqués plutôt que résolus méthodiquement, se dresseront à maintes reprises au cours des descriptions consacrées à la série ascendante des végétaux. Les uns seront traités à fond à l'endroit même où se présenteront les exemples les plus propices; les

autres seront présentés par fragments successifs difficiles à réunir en une synthèse féconde. Beaucoup sont abordés trop tôt ou trop tard pour répondre au but de l'auteur et nous regrettons de ne pas voir leur développement réuni aux généralités du début pour donner à celles-ci plus de corps, ou rejeté après la description des plantes qui fournissent les éléments de la solution.

Ainsi, c'est à propos des Myxomycètes dépourvus de mycélium que nous abordons la biologie générale des Champignons. C'est sur l'étude du *Mucor* aux gamètes incertains et, en tout cas, sans différenciation sexuelle connue, qu'est fondée l'étude de la reproduction sexuée. Ce faux départ jette de la confusion sur tout ce qui touche à la sexualité. La cytologie des Champignons, à laquelle les travaux de ces dernières années ont donné un si haut intérêt biologique, est totalement négligée; celle des Algues manque de précision.

L'auteur s'est résolu à pousser plus avant, dans le chapitre des Algues, l'examen des fonctions de la chlorophylle et de leurs conséquences; mais la précision de cet exposé tient aux exemples empruntés à la Pomme de terre pour son amidon, au Dahlia pour son inuline, à l'Olivier pour son huile, au Chêne pour son tanin, beaucoup plus qu'aux renseignements offerts par les objets qu'on s'attendait à rencontrer dans ce chapitre.

D'autre part, il est assez plaisant que la biologie des Champignons ait pu être épuisée bien avant le chapitre des Lichens, dans lequel est développée la notion du parasitisme.

Au cours de ces six parties consacrées à la Botanique spéciale, les notions de biologie intime ébauchées dans la première partie se sont progressivement complétées. En même temps, la plante s'est peu à peu dégagée sous ses aspects variés, sous des formes de plus en plus concrètes.

Une huitième partie vient heureusement couronner l'œuvre. Elle est consacrée à la vie extérieure des plantes. M. Pavillard a traité ce sujet avec une prédilection marquée; il y fait preuve d'une expérience, d'une compétence personnelle qui font vite oublier le chemin aride qui nous a conduit vers ces sommités fleuries. Regardant les plantes par le dehors, découvrant les relations qu'elles contractent entre elles ou avec le milieu extérieur, dans le temps et dans l'espace, l'étudiant aura le sentiment de la vie végétale, si les données complexes tirées de leurs propriétés intimes ne lui en ont pas déjà fourni la démonstration claire.

Cette partie est la plus originale, parce que l'auteur y a introduit une note artistique que nous ne sommes pas habitués à trouver dans les manuels d'Histoire naturelle. L'étude préalable des principaux groupes de plantes fournit à ces généralités une base positive qui achève de les mettre en opposition avec les abstractions du début.

En somme, l'étudiant, à qui ce livre est destiné, y trouvera traitées, sous une forme parfois neuve, la plupart des questions qu'il lui importe de connaître. Si la disposition des matières est un peu déconcertante, peu conforme peut-être à la vieille méthode qui consistait à aller du clair à l'obscur, du connu à l'inconnu, si le livre ne peut être lu de suite que par un botaniste depuis longtemps rompu à l'observation de la Nature et aux travaux de laboratoire, il sera toujours facile à consulter grâce à une double table des matières très soignée. Il fournira sans peine à l'élève des renseignements sur les objets ou les phénomènes qui lui auront été montrés au laboratoire ou dans la campagne.

PAUL VUILLEMIN,

Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

Naville (A.), *Doyen de la Faculté des Lettres et des Sciences sociales à l'Université de Genève.* — *Nouvelle classification des Sciences* (2^e édition. — 1 vol. in-12 de 186 pages. (Prix : 2 fr. 50.) Félix Alcan, éditeur. Paris, 1901.

Richet (Charles), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.* — *Dictionnaire de Physiologie.* — *Tome V, fasc. 1 et 2.* — 2 fasc. in-8° de 320 pages chacun, avec gravures dans le texte. (Prix : le fasc. 8 fr. 50; le vol. 25 fr. Félix Alcan, éditeur, Paris, 1901.

Ces deux fascicules continuent le beau Dictionnaire publié sous la direction de M. Charles Richet.

Nous relevons, dans ces livraisons, des articles d'une importance considérable, dont voici les principaux :

Digitale études botanique, chimique, pharmacologique, physiologique et thérapeutique, par le Professeur G. Pouchet; *Dioptrique oculaire; Diurétiques*, par M. Charles Richet; *Domestication*, par M. Henry de Varigny; *Douleur*, par M. Charles Richet; *Effort*, par M. E. Wertheimer; *Elasticité*, par M. Georges Weiss; *Electricité* théorie physique, phénomènes électriques en Biologie, poissons électriques, etc., applications thérapeutiques, par MM. André Broca, Maurice Mendelssohn et H. Bordier; *Electrotonus*, par M. Maurice Mendelssohn; *Emulsion*, par M. H. Hérissey; *Epilepsie corticale*, par M. H. Lamy; *Ergométric*, par M. André Broca; *Ergotine*, par M. L. Guinard; *Espace*, (le sens de l'espace), par M. E. de Cyon; *Estomac*.

4^e Sciences médicales

Bowlby (Anthony A.), Tooth (Howard H.), Wallace (Cuthbert), Calverley (John E.), Kilkelly. — *A civilian War Hospital.* — 1 vol. in-8° de 314 pages, avec nombreuses figures. (Prix : 15 fr.) John Murray, éditeur, Londres, 1901.

La guerre du sud de l'Afrique, en raison de sa longue durée, en raison de l'autorité des chirurgiens attachés directement ou indirectement au corps expéditionnaire anglais, a permis de réunir de nombreuses observations. Ces observations peuvent éclairer la Science sur les effets des armes modernes; elles peuvent fournir d'utiles renseignements à tous ceux que préoccupent les questions d'assistance des blessés et des malades en temps de guerre.

L'Angleterre avait envoyé dans le sud de l'Afrique, en même temps que des médecins et des chirurgiens d'armée, un certain nombre de médecins civils, destinés à compléter l'œuvre de leurs confrères de l'armée.

Un groupe de ces médecins civils, faisant partie de l'état-major médical du « Portland Hospital », vient de publier le résultat des observations recueillies au cours de la campagne.

Le « Portland Hospital » fut le premier hôpital civil envoyé dans le sud de l'Afrique après la déclaration de guerre en octobre 1899. Il devait son nom au duc de Portland, fondateur de l'œuvre.

Le « Portland Hospital » embarqua à Liverpool, le 13 décembre 1899, et débarqua à Cape-Town, le 28 décembre; il commença son œuvre à Rondebosch, près Cape-Town, le 8 janvier 1900. Le 6 avril, il évacua ses malades et fut envoyé à Bloemfontein, où il put ouvrir à nouveau, le 17 avril 1900. Le 21 juillet, il procéda à une seconde et définitive évacuation; il partit pour l'Angleterre le 1^{er} août, où il arriva le 18 août.

Cet hôpital civil eut donc une période de mobilisation de 248 jours; 65 jours furent employés aux divers déplacements, 181 jours furent consacrés aux soins hospitaliers. Le nombre des malades et blessés recueillis fut de 1.009. A cette époque, le nombre des malades et blessés de l'armée anglaise paraît avoir été d'environ 15.000, — 10.000 malades et 5.000 blessés. Dans le livre que le corps médical a consacré au « Portland Hospital », il ne faut donc pas s'attendre à trouver une histoire complète de la médecine et de la chirurgie au cours de la guerre Sud-Africaine.

Le corps médical du « Portland Hospital » n'a étudié qu'un petit coin du théâtre de la guerre; il a groupé cependant des renseignements fort intéressants.

Primitivement, le « Portland Hospital » devait contenir 104 lits; mais, dans la suite, le nombre des lits fut

porté à 160 : 130 lits pour les sous-officiers et soldats et 30 lits pour les officiers.

L'état-major médical comprenait 5 médecins ou chirurgiens; 4 nurses étaient attachées à l'hôpital.

Le personnel proprement dit était composé de 6 sous-officiers, 24 infirmiers, 6 serviteurs.

Chaque homme avait signé un contrat pour six mois de service. Durant le voyage, on procéda à la revaccination du personnel et à des inoculations préventives de la fièvre typhoïde. Le directeur du « Portland Hospital » avait eu soin de prendre parmi les sous-ordres un nombre suffisant d'hommes spécialisés dans divers métiers. Ces ouvriers, charpentiers, forgerons, furent extrêmement utiles dans l'établissement de l'hôpital et durant toute la campagne.

Il y avait trois cuisiniers et plusieurs aides de cuisine divisés en deux groupes. Une cuisine pour les officiers et les nurses, une cuisine pour les malades ordinaires et les sous-ordres; aux cuisines étaient annexés un garde-manger, une glacière, un filtre Pasteur-Chamberland.

Au point de vue hygiénique, on construisit de nombreuses latrines; les selles des dysentériques et des typhiques étaient brûlées avec de la sciure; les linges étaient bouillis dans une chaudière spéciale ou portés à l'étau de désinfection.

Les salles de malades étaient constituées par des tentes au nombre de 24, de grandeurs différentes, ce qui permettait un isolement facile des malades.

Dans les climats sud-africains, les tentes formèrent des salles de malades parfaites, très saines, très faciles à ventiler. D'autres tentes étaient réservées à l'état-major médical, aux nurses et au personnel.

L'ensemble du matériel pour 160 lits pesait 70 tonnes et occupait 12 wagons, y compris les wagons occupés par les bêtes de trait (six mules et trois chevaux).

Tout ce qui concerne un mobilier chirurgical moderne complet se trouvait réuni dans les magasins du « Portland Hospital » : instruments, gouttières à fracture, substances médicamenteuses, antiseptiques, anesthésiques, appareils à rayons X, etc.

Une condition excellente pour la bonne organisation de l'équipement médico-chirurgical, c'est que le choix de cet équipement avait été donné non pas à une commission administrative incompétente, mais à l'état-major médical lui-même. Médecins et chirurgiens choisirent les objets et les substances que leur expérience leur faisait prévoir comme nécessaires; on ne se chargea d'aucune inutilité.

Le chapitre médical est rédigé par H. Tooth et G. Calverley. Ces auteurs donnent la première place dans leur rapport à la fièvre entérique, fièvre typhoïde. Ils en ont observé 232 cas, ayant donné 29 décès, soit une mortalité de 12 %. Les traits un peu particuliers que présentèrent les cas observés furent l'élévation de la température, la fréquence de la dépression mentale, la rareté des complications pulmonaires. On nota un nombre exceptionnellement grand de cas de phlébite.

Dans la campagne sud-africaine, le corps médical de l'armée anglaise s'intéressa beaucoup à une question peu connue en France : la question des inoculations préventives contre la fièvre typhoïde. Un très grand nombre de soldats envoyés en Afrique ont subi des inoculations au moyen de sérum de Wright. Ce sérum est préparé avec des cultures de bacilles typhiques tuées par la chaleur. L'inoculation à l'homme détermine des troubles généraux caractérisés par l'élévation de la température, de la céphalée, de la courbature.

Ces inoculations antityphoïdiques provoquent chez les sujets l'apparition de la réaction agglutinative de Widal. Chez un des médecins du « Portland Hospital », le sang examiné trois mois après l'inoculation montra une séro-réaction positive; 13 mois après, la séro-réaction ne se manifestait plus. Les auteurs considèrent que cette réaction est jusqu'à un certain point la mesure du degré de l'immunité acquise.

Tooth et Calverley donnent, en ce qui concerne le

« Portland Hospital », le résultat de ces inoculations : le personnel de l'hôpital comprenait 41 personnes; 28 avaient été inoculées, 13 n'avaient pas été inoculées.

Sur les 28 personnes inoculées, il y eut 7 cas de fièvre typhoïde, terminés par guérison; sur les 13 personnes non inoculées il y eut 2 cas de fièvre typhoïde graves, un terminé par la mort.

A l'hôpital, sur les 232 malades atteints de fièvre typhoïde, 54 avaient été inoculés et eurent une mortalité de 7,4 %; sur 178 malades qui n'avaient pas été inoculés, 25 moururent, soit une mortalité de 14 %. Ces chiffres, sans être absolument démonstratifs, paraissent néanmoins en faveur de l'inoculation préventive de la fièvre typhoïde.

La dysenterie donna 94 cas. Parmi ces malades, 78 avaient acquis leur maladie dans le sud de l'Afrique, et 16 avaient été autrefois dans l'Inde ou dans une autre région tropicale. 3 malades succombèrent, ce qui donne une mortalité de 3,1 %.

Au point de vue symptomatique, parmi les particularités de la dysenterie dans le sud de l'Afrique, Tooth et Calverley signalent la rareté des complications hépatiques. Dans les formes ordinaires de la dysenterie tropicale, la tendance aux inflammations secondaires du foie est au contraire extrêmement marquée. Au point de vue anatomo-pathologique, on ne trouve signalé rien de particulier. Tooth et Calverley publient dans le livre deux photographies montrant les lésions ulcéreuses de la muqueuse du gros intestin.

36 malades atteints de diarrhée entrèrent au « Portland Hospital »; quelques-uns présentèrent des vomissements et parfois de l'élévation de température; il y avait de la tendance à la chronicité; les médecins de l'hôpital se demandèrent si diarrhée et dysenterie n'avaient pas une commune origine.

Malgré la chaleur intense qui régna à certains moments, le coup de soleil fut absolument exceptionnel.

D'une façon générale, les affections des voies intestinales furent fréquentes; les autres maladies furent exceptionnelles.

Le rôle du « Portland Hospital » fut surtout un rôle chirurgical; on eut à soigner principalement les blessures par armes à feu.

Les fusils dont se servaient les soldats anglais et ceux qui étaient utilisés par les Boers avaient des calibres analogues et leurs effets étaient semblables. Les troupes anglaises étaient armées soit du « Lee-Metford Mark 11 », soit du « Lee-Enfield », armes du même calibre, 7^{mm},7. Le poids de la balle était de 13 gr. 93. Les Boers tiraient le plus souvent avec les Mauser de calibre 7^{mm}; le poids de la balle était de 11 gr. 80. Les projectiles dans les deux camps étaient recouverts d'une enveloppe métallique. Dans quelques rencontres, les Boers se sont servis de fusils de différents systèmes, notamment du Martini-Henry dont le calibre est supérieur.

Les points principaux sur lesquels les armes à feu modernes diffèrent des armes anciennes sont l'augmentation de vitesse et de force de pénétration des projectiles, la diminution de volume des projectiles, l'adjonction d'un revêtement de métal dur au noyau de plomb, l'addition d'un magasin, l'emploi de la poudre sans fumée. Au point de vue militaire, ces différences se traduisent par l'augmentation dans la portée des armes et dans la rapidité du tir, d'où augmentation d'étendue de la zone dangereuse.

Il ne faut pas croire que ces perfectionnements apportés dans la puissance destructive des fusils modernes les aient rendus beaucoup plus meurtriers que leurs devanciers, mais les effets des projectiles sont différents de ce qu'ils étaient autrefois.

La douleur au moment de la blessure fut en général légère, souvent nulle; un soldat occupé à tirer en position penchée sent sa pipe se casser dans la poche de son pantalon; il porte la main pour se rendre compte de ce qui arrivait et il sort de la poche sa pipe cassée et en même temps une balle. Voyant du sang sur sa main, il

pensa qu'il devait être blessé. Or, il avait été frappé par une balle ayant pénétré par l'épaule et traversé le poumon et l'abdomen; le passage du projectile n'avait déterminé aucune sensation spéciale.

Les blessures de la poitrine et des poumons furent fréquentes, mais elles présentèrent en général assez peu de gravité; il est vrai que le « Portland Hospital » ne recueillait pas les blessés directement sur le champ de bataille, et que les blessés qui arrivaient à Bloemfontein un jour ou deux après leur blessure étaient ceux qui avaient survécu aux premiers accidents d'hémorragie et de dyspnée. Il est infiniment probable, par exemple, que les soldats qui étaient frappés au niveau des pédicules pulmonaires succombaient sur le champ de bataille même. L'hémothorax ne s'observa que dans la minorité des cas; l'emphysème fut exceptionnel; les accidents secondaires tels que l'empyème furent très rares.

A. Bowlby et Cuthbert Wallace attribuent aux faibles dimensions du projectile la tolérance du poumon pour les plaies par balles; ils comparent le passage de la balle au passage d'un trocart explorateur. En fait, les résultats des plaies pénétrantes du thorax furent extrêmement satisfaisants et un grand nombre de blessés, au bout d'une semaine ou deux, purent reprendre leur service actif.

Quelle fut la gravité des plaies pénétrantes de l'abdomen? Un certain nombre de chirurgiens de la guerre sud-africaine ont parlé de la bénignité relative des plaies pénétrantes de l'abdomen. Les chirurgiens du « Portland Hospital » croient qu'il est difficile de porter un jugement; car une question principale est de savoir si l'intestin est blessé ou intact; or, il leur paraît certain qu'une balle peut traverser l'abdomen sans léser l'intestin. Quand l'intestin est lésé, la plaie pénétrante paraît fort grave. Bowlby et Wallace rapportent des faits tirés de la pratique de leurs confrères qui se trouvaient à l'avant. Theatle, par exemple, sur 10 cas, a vu 9 fois la mort survenir; le seul cas de guérison concerne un homme qui guérit sans incident d'une plaie par balle Mauser ayant pénétré à 1 pouce $1/2$ au-dessus et à gauche de l'ombilic, et étant sortie au niveau de la région dorsale à un niveau correspondant.

Les résultats fournis par les chirurgiens varient énormément suivant que le chirurgien est à l'avant, sur la ligne de feu, ou dans un hôpital, à la base d'opérations. Watson Cheyne, lorsqu'il était à un hôpital de la base, au Cap, avait observé que la mortalité des plaies abdominales n'était que d'environ 20%; mais, aux combats de Paardeberg et de Karee Sidmg, il vit que les résultats n'étaient plus aussi bons. D'une façon générale, les plaies pénétrantes de l'abdomen paraissent graves, et, étant donné les conditions défavorables dans lesquelles on est obligé d'opérer, l'intervention chirurgicale paraît fort discutable; la plupart du temps, le chirurgien s'abstient.

La lumière des rayons X est indispensable aujourd'hui pour l'étude des fractures; les chirurgiens du « Portland Hospital » étaient munis d'appareils radiographiques, ils purent réunir des observations bien complètes concernant l'effet des projectiles sur les os; ils donnent dans leur livre plusieurs belles reproductions de radiographies.

D'une façon générale, les lésions osseuses ont paru d'autant plus graves que la distance du tir était plus courte; certains chirurgiens avaient émis l'idée qu'un projectile animé d'une grande vitesse perforait l'os comme à l'emporte-pièce plutôt que de déterminer une fracture; Bowlby et Wallace ne partagent pas cette manière de voir; pour eux, une balle animée d'une très grande vitesse en frappant un os produit pour ainsi dire une action explosive. Cet effet explosif est extrêmement marqué. Quand la balle a été tirée à moins de 50 mètres, l'os est pour ainsi dire pulvérisé dans une plus ou moins

grande portion de son étendue; il se forme une multitude de petits fragments qui vont se loger dans les parties molles; quand le tir est fait à grande distance, la fracture est d'autant plus étendue et d'autant plus grave qu'elle siège sur un os plus dense, plus compact, plus résistant. Les lésions osseuses sont beaucoup plus étendues lorsqu'elles siègent sur la diaphyse que lorsqu'elles siègent sur les épiphyses. Les simples perforations osseuses par balle ne sont pas fréquentes; au niveau des diaphyses, il y a toujours formation d'esquilles, les traits de fracture suivant toujours des directions très obliques, parfois presque longitudinales; les auteurs auraient vu cependant un cas où deux de perforation de tibia. Au niveau des épiphyses, les perforations simples ont été moins rares, surtout au niveau de l'extrémité inférieure du fémur; les perforations de l'extrémité inférieure de l'humérus étaient toujours associées avec des fissures osseuses. En ce qui concerne l'angle d'arrivée du projectile sur l'os, il semble prouvé que la fracture est généralement plus grave lorsque la balle vient frapper l'os perpendiculairement à la surface, que dans les cas où elle l'atteint obliquement.

Le choc de la balle sur un os détermine souvent une déformation du projectile; l'enveloppe métallique peut éclater, ce qui détermine des lésions beaucoup plus grandes dans les blessures des parties molles. Aussi, les dimensions des blessures des parties molles et spécialement de la peau dans les cas où l'os a été atteint ont été très considérables. Si, dans quelques cas heureux, l'orifice de sortie ne présente pas de dimensions exceptionnelles, ordinairement il est extrêmement élargi.

Les blessures des articulations furent en général assez peu graves. Autrefois, la blessure par arme à feu d'une grande articulation était presque toujours suivie de mort; dans tous les cas de blessures de ce genre observés au « Portland Hospital », la guérison s'effectua sans incidents notables.

Les blessures des gros vaisseaux n'ont pas paru être suivies souvent d'hémorragies mortelles. En tout cas, on vit guérir sans incident des plaies où le trajet de la balle était tel qu'il paraissait impossible que des gros vaisseaux n'eussent pas été blessés.

Les auteurs citent par exemple le cas d'un cavalier frappé d'une balle Lee-Melford à courte distance; la balle entra immédiatement au-dessous du chef sternal du muscle sterno-mastoïdien gauche et ressortit à un pouce au-dessous de l'épine de l'omoplate gauche; il semble difficile qu'un gros vaisseau de la base du cœur n'ait pas été atteint, et pourtant l'homme ne présente aucun accident grave.

On observa assez souvent des cas d'anévrisme et d'anévrisme artérioso-veineux.

Au point de vue chirurgical, les résultats obtenus au « Portland Hospital » ont été extrêmement remarquables. L'hôpital reçut 303 blessés, il n'y eut que 3 décès; l'un concerne un officier frappé au poumon et à la moelle épinière; un autre concerne un homme atteint de plaie pénétrante du crâne; le troisième concerne un homme atteint de gangrène de la jambe et qui succomba à la suite de la gangrène de l'autre jambe, une semaine après l'amputation de la jambe; il y avait une embolie dans l'aorte. Tous les autres blessés guérirent presque sans suppuration, sans érysipèle, sans accidents pyémiques.

Les interventions opératoires importantes furent très peu nombreuses et la méthode conservatrice donna des résultats parfaits.

Ces faits sont encourageants. Il est réconfortant pour les chirurgiens de savoir qu'ils ont entre les mains une méthode certaine et que désormais tout blessé, dans une ambulance bien tenue, sera à peu près complètement sûr de guérir rapidement et dans d'excellentes conditions.

P. DESFOSSES.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Novembre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P.-J. Suchar expose le résultat de ses recherches sur les équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients algébriques. — M. J. Boussinesq étudie le problème de la dissipation, en tous sens, de la chaleur dans un mur épais à face rayonnante. Il emploie la méthode qui consiste à ramener le problème du refroidissement ou de l'échauffement des corps par rayonnement à celui du refroidissement ou de l'échauffement des mêmes corps par contact.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Petot montre qu'on peut trouver, dans les problèmes sur l'état variable des courants, certains résultats sans connaître les lois de variation des diverses résistances. Cette considération permet d'entreprendre l'étude du combinatoire des automobiles électriques, de la commutation dans les dynamos à courant continu. — M. de Forcrand montre qu'au moyen de sa nouvelle formule, on peut calculer la chaleur latente de vaporisation quand on connaît la chaleur de fusion et le poids moléculaire à l'ébullition. Pour le phosphore (31 gr.), on trouve $l = 4.044$ cal. Pour l'arsenic, le sélénium, le carbone, on arrive à des valeurs approchées par un calcul analogue. — MM. Léo Vignon et F. Gérin ont constaté que : 1° la penta et l'hexanitromannite réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique; 2° cette propriété, dans son intensité principale, n'est pas attribuable à la formation de mannose; 3° la nitromannite, traitée par le chlorure ferreux, donne de la mannite non réductrice; à ce point de vue, elle ne se comporte pas comme les nitrocelluloses. — M. J. Gnezda, en traitant l'albumine par l'acide hypochloreux, a obtenu un corps qui paraît posséder les propriétés d'une chlorisatine. — M. G. Pouchet : Sur la localisation et la dissémination de l'antimoine dans l'organisme (voir p. 891). — MM. M. Berthelot et G. André rappellent que les liquides végétaux sont généralement acides, mais que la plus grande partie des acides sont généralement combinées à l'état de sels, de sorte que le titre acido-métrique des jus ne saurait donner une idée sur la quantité totale d'acide contenue dans la plante.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. E.-L. Bouvier a étudié la reproduction et le développement du *Peripatopsis Blauvillei*. La présence d'annexes embryonnaires n'est pas, comme le pensent plusieurs zoologistes, le résultat d'une évolution qui consisterait dans la réduction progressive du volume de l'œuf; on ne peut, dès lors, la considérer comme un caractère primitif du groupe. — M. Arm. Billard a constaté que la scissiparité et la stolonisation sont des moyens actifs de multiplication chez les Hydroïdes et qu'ils se rencontrent chez un grand nombre d'espèces. Ces deux modes de multiplication sont déterminés par les conditions d'habitat : les espèces scissipares vivant, sauf de rares exceptions, dans les courants ou dans les eaux profondes; les espèces à stolons se rencontrant généralement sur le littoral. — MM. Ch.-Eug. Bertrand et F. Cornaille ont étudié les pièces libéro-ligneuses élémentaires du stipe et de la fronde des Filicinées actuelles : le faisceau bipolaire et le divergeant. — M. Em. Rivière a étudié les dessins gravés et peints à l'époque paléolithique sur les parois de la grotte de La Vache (Dordogne). Ils représentent des animaux : bison, bouquetin, renne, équidés, un oiseau, et peut-être un mammoth. L'exploration de la grotte n'est pas terminée; il reste environ encore 70 mètres à déblayer.

Séance du 7 Octobre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. K. Böhlin indique une extension d'une formule d'Euler au calcul des moments d'inertie principaux d'un système de points matériels. — M. G. Koenigs passe en revue les propriétés générales des couples d'éléments cinématiques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. L.-J. Simon a constaté que l'uréthane se combine directement à l'acide pyruvique, sans agent de condensation, pour donner l'acide diuréthane pyruvique $\text{CH}^3.\text{C}(\text{AzH}.\text{CO}^2\text{C}^2\text{H}^5)^2.\text{CO}^2\text{H}$, corps blanc cristallisé fondant à 138°-139°. C'est un acide assez énergétique, qu'on peut tirer alcalimétriquement. Chauffé avec l'eau, il régénère ses deux constituants. — M. R. Lespieau a reconnu que le corps qu'il avait obtenu par l'action non ménagée du brome sur divers composés en C³ est la dialdéhyde bromée, $\text{CHO}.\text{CIBr}.\text{CHO}$. C'est un corps solide, cristallisé, fondant à 140° et donnant un dérivé potassé. Avec la phénylhydrazine, elle se condense en fournissant le 1-phényl-4-bromo-pyrazol. — MM. Léo Vignon et F. Gérin ont étudié les propriétés réductrices des dérivés nitrés des alcools mono et polyatomiques. Jusqu'aux alcools triatomiques (glycéline), elles sont nulles. L'érythrite alcool tétraatomique réduit faiblement la liqueur de Fehling; la mannite et la dulcité (hexatomiques) la réduisent fortement.

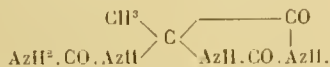
3° SCIENCES NATURELLES. — M. A.-N. Vitzou a observé que la substance grise de la moelle est excitable, comme celle de l'écorce cérébrale, avec les excitants artificiels, électriques et mécaniques. — M. N. Vachide et M^{lle} M. Pelletier ont recherché les signes physiques de l'intelligence sur des élèves des deux sexes de l'école de Villejuif. Ils ont reconnu que la hauteur auriculo-bregmatique est constamment plus grande chez les sujets intelligents que chez les sujets non intelligents. — M^{lle} C. de Leslie a observé que si l'on injecte à la souris blanche male du sérum spermotoxique fourni par le cobaye, elle perd l'aptitude à la reproduction; son sperme contient toujours des spermatozoïdes vivants, mais ils ont perdu leur fonction fertilisante. Ils la recouvrent de seize à vingt jours après l'injection. — MM. C.-Eug. Bertrand et F. Cornaille poursuivent l'étude des pièces libéro-ligneuses élémentaires du stipe et de la fronde des Filicinées actuelles (divergeant fermé, pièce apolaire, masse libéro-ligneuse indéterminée). — M. Marin Molliard considère que certaines plantes à leurs doubles peuvent provenir d'une association parasitaire s'exerçant aux dépens des organes souterrains de ces plantes.

Séance du 14 Octobre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Perrotin communique les éléments elliptiques de la comète 1900 e. Cet astre appartient au groupe si curieux des comètes périodiques dont la capture peut être attribuée à Jupiter. — M. A. Davidoglu énonce quelques théorèmes relatifs aux intégrales réelles des équations différentielles binômes. — M. P. Duhem a reconnu qu'un fluide visqueux, qui est ou mauvais conducteur ou compressible, ou à la fois mauvais conducteur et compressible, on peut observer une onde d'ordre n par rapport à certains éléments du mouvement et d'ordre supérieur à n pour les autres. Aucune onde n'est possible dans un fluide visqueux, incompressible et bon conducteur.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Colson a étudié les phénomènes calorifiques qui se produisent quand on ajoute à des dissolutions plus ou moins chaudes de sel de l'eau à la même température. Il a trouvé qu'il existe

un point fixe auquel le mélange se fait sans changement de température ; ce point est indépendant du taux des dissolutions diluées. Pour le sel marin, ce point est à 32°. — M. M. Berthelot, comparant les phénomènes observés dans la réaction des acides sur l'oxyde d'argent ordinaire, d'une part, sur le peroxyde d'argent, d'autre part, a constaté les résultats suivants : 1° En opérant à 13° avec Ag²O ordinaire, récemment précipité, et mis en présence des acides sulfurique, azotique, lactique étendus, à équivalents égaux, la combinaison chimique et la réaction thermique qui en résulte sont complètes au bout de peu de minutes ; 2° en opérant vers 13°, avec la substance qui résulte de l'action immédiate de Ag²O récemment précipité sur H²O² étendu, et en mettant aussitôt cette substance en présence des acides sulfurique, azotique et lactique étendus, dans des conditions identiques aux précédentes, une première réaction chimique et thermique s'accomplit également en peu de minutes. Cette réaction est suivie de certaines autres, beaucoup plus lentes ; la chaleur qui en résulte est minime et son dégagement paraît se poursuivre indéfiniment. Ces faits confirment l'existence de peroxyde d'argent dans le corps obtenu par l'action de H²O². — M. L.-J. Simon, en faisant réagir l'urée sur l'acide pyruvique, a obtenu, dans certaines conditions, l'acide homoallantoïque (AzH².CO.AzH².CO.CH³.CO²H. Celui-ci, dissous dans l'eau chaude, se déshydrate en donnant le *pyruvile* de Grimaux :



— MM. Léo Vignon et F. Gérin ont constaté que les dérivés nitrés des alcools à chaîne ouverte dont l'atomicité est égale ou supérieure à 4 manifestent des propriétés réductrices par rapport à la liqueur cupropotassique. Toutefois le dérivé tétranitré de la pentaérythrite est dénué de toute propriété réductrice. On doit donc admettre que certains éthers nitriques ont une constitution spéciale. — M. L. Lewin a retiré du sang des animaux empoisonnés par la phénylhydrazine une matière colorante verte, qu'il nomme *hémoverdine*. Elle est soluble dans l'alcool, la paraldehyde, l'acétone ; son spectre est caractérisé par quatre bandes.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. Lannelongue, Achard et Gaillard ont reconnu que ni le froid modéré, ni les variations légères de température n'ont d'influence marquée sur le développement de la tuberculose. Au contraire, les variations thermiques brusques et considérables, quoique compatibles avec la vie des cobayes sains, ont précipité d'une façon remarquable la marche de l'infection. — M. P.-S. de Magalhaes a observé un cas de *Piedra* sur une jeune dame de Rio-de-Janeiro. Il en a isolé le parasite et a observé la formation des spores, notamment à l'intérieur des filaments. La constitution cellulaire et filamenteuse de la substance hyaline qui enveloppe les spores n'avait pas encore été signalée. — M. Arm. Gautier, à propos de la note récente de M. Mollard, rappelle qu'il existe des variations qui sont dues à des causes plus générales que l'hybridation par le pollen. Il les attribue à l'inoculation directe, dans le protoplasme végétal, de matières secrétées par des bactéries ou des parasites. Les mêmes remarques s'appliquent aux animaux. — M. G. Bohn a étudié la vie fouisseuse de quelques animaux marins (Annélides en particulier) ; il montre les modifications qu'ils ont subies et qui ont en partie pour but d'échapper à l'action toxique des milieux marins. — M. Raphaël Dubois a constaté que le *Distomm margaritarum* s'enkyste dans le *Aythia edulis* et y provoque la formation des perles. L'année suivante, si le parasite n'est pas mort, il provoque la fonte physiologique de la perle, reprend sa vie active et se reproduit ; les jeunes distomes s'enkystent alors de nouveau pour former des perles. — MM. M. Caullery et F. Mesnil ont observé que le

cycle évolutif des Orthonectides comprend deux phases : 1° le sporocyste ou phase plasmidiale parasite produisant les mâles et les femelles ; 2° une phase libre, asexuée, représentée sans doute par des embryons devenant les plasmodes après pénétration dans l'hôte. — MM. A. Laveran et F. Mesnil ont trouvé, chez des poissons marins (Soles et Blennies) deux espèces nouvelles d'Hémogrégarines : *Hemogregarina Simondi* et *H. bigemina*. — MM. L. Duparc et F. Pearce ont étudié les roches éruptives du Tilai Kamen Oural. Ce sont des pyroxénites et des gabbros à olivine, ayant subi des phénomènes dynamiques intenses, et traversés par des filons de clunite et de gabbro-aplites.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Octobre 1901.

M. Hallopeau présente un rapport sur deux travaux de M. Bonnet (de Massac). Dans l'un, l'auteur fait connaître les propriétés de l'hydrate de chloral comme vésicant et ses avantages sur la cantharide, surtout pour les grands vésicatoires. Par contre, pour les petits vésicatoires employés en ophtalmologie et en dermatologie, le chloral semble n'avoir aucun avantage sur la teinture de cantharides. Le second est relatif au traitement de l'ozène par les irrigations nasales au bleu de méthylène ; cette méthode a donné d'excellents résultats. — M. Hervieux rend compte d'un travail du Dr Gros qui propose la formation de vaccinateurs indigènes pour combattre le fléau de la variolisation en Algérie et Tunisie.

Séance du 15 Octobre 1901.

M. Sevestre lit le rapport sur le concours pour le prix Alvarenga. — M. Huchard lit le rapport sur le Prix Mège. — M. P. Brouardel communique le rapport sur le concours pour le prix Clarens. — M. Ehrmann présente quelques considérations sur 41 cas de palatoplastie en deux temps dans les divisions congénitales du palais. L'opération en deux temps, quoique exigeant une double chloroformisation et une durée de traitement plus longue, présente des suites opératoires plus simples et une guérison plus certaine.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Octobre 1901.

MM. F. Widal et L. Le Sourd ont recherché par le procédé de fixation de Bordet l'époque d'apparition de la sensibilisatrice dans le sérum des typhiques. La réaction de fixation ne saurait être considérée comme un témoin de l'immunité. — M. L. Camus a reconnu que l'état de lactation n'empêche pas les chiennes d'être sensibles aux injections de lait. Elles sont sensibles aux injections de lait de vache et elles peuvent l'être aussi aux injections de leur propre lait. — M. J. Ch. Roux a constaté que la peptone paraît être un des excitants moteurs de l'estomac ; dans certaines conditions, elle paraît mettre en train l'évacuation de l'estomac ; toutefois, sous son influence, cette évacuation ne se fait pas en bloc, mais progressivement. — M. Ch. Julliard a vérifié que l'albumine en solution n'a aucune action spécifique sur les hématies, sur lesquelles elle n'agit qu'en raison de sa tonicité seulement. Elle n'abaisse le point de congélation d'une solution que d'une façon très restreinte et provoque le laquage du sang, même à des concentrations relativement très élevées. — M. G. Delamare a reconnu qu'on peut observer dans le tissu ganglionnaire sain des hématies à noyaux. — M. M. Mollard rappelle qu'on peut obtenir expérimentalement la transformation des étamines du chanvre en carpelles, à des degrés très variables ; la cause de ces variations paraît résider dans l'action d'une faible intensité lumineuse, mais elle peut être plus complexe. — M. A. Slatineano a provoqué la septicémie expérimentale par le bacille de Pfeiffer chez le

cobaye, le lapin et la souris. Il est parvenu également à immuniser ces animaux contre la maladie; le sérum des immunisés jouit de propriétés préventives.

Séance du 12 Octobre 1901.

M. Et. Sergent a observé que les *Anopheles* sont très communs dans la vallée de l'Esnonne, bien que l'endémie palustre ait disparu de cette région. — MM. Caulery et F. Mesnil : Sur la phase libre du cycle évolutif des Orthonectides (voir p. 937). — M. E. Maurel a reconnu que les doses minima mortelles de chlorhydrate d'émétine par la voie hypodermique, aux titres de 0,5 à 1 gramme pour 10 grammes d'eau distillée, sont de 0,15 gramme par kilogramme pour le congore, le pigeon et le lapin, et de 0,25 gramme pour la grenouille. Il résulte d'autres expériences que, pour le lapin et pour le chlorhydrate d'émétine aux titres employés, la dose minima mortelle est sensiblement la même pour la voie gastrique et pour la voie hypodermique, tandis qu'elle est cinq fois moindre pour la voie intra-veineuse. — M. E. Castex, au moyen d'un nouvel appareil qu'il nomme réflexomètre rotulien, a mesuré la valeur normale du réflexe rotulien. Elle est, chez l'homme ou la femme adulte, de 130 grammes-centimètres sur une surface de choc de 1 centimètre carré. — M. Aug. Mizzone a isolé, des eaux du vieux port de Marseille, un nouveau microbe pathogène, sous forme d'un bâtonnet droit, cylindrique, qui, par la culture, devient trapu. Ses milieux de culture exhalent rapidement une odeur putride. — M. Ch. Féré signale un cas d'épilepsie réflexe provoquée par la miction et la défécation. — M. H. Milian montre que le cytodagnostic peut être d'une très grande utilité pour le diagnostic et l'étude pathogénique des affections du rein. — MM. Tuffier et Milian ont observé, chez une femme atteinte de brûlures, une hémoglobinurie provenant de l'action hémolytante de l'urine. — MM. P. Nobécourt et G. Delamare ont reconnu, par l'examen cryoscopique des urines, que la grossesse, à n'importe quelle période, ne détermine aucun ralentissement de la circulation rénale.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES PHYSIQUES.

J. Dewar : Le nadir de la température et les problèmes qui s'y rattachent. — 1^o *Les propriétés physiques de l'hydrogène solide et liquide.* Le point d'ébullition de l'hydrogène, mesuré au thermomètre à hélium, est de 20^o,5, et son point de fusion de 16^o. La chaleur latente d'ébullition de l'hydrogène est de 200 unités et sa chaleur latente de fusion de 16 unités. Sa chaleur spécifique moyenne entre ses points de fusion et d'ébullition est de 6. L'hydrogène obéit à la loi de Dulong et possède la plus grande chaleur spécifique connue.

La tension superficielle de l'hydrogène à son point d'ébullition est environ le 1/3 de celle de l'air liquide dans les mêmes conditions; elle ne doit pas dépasser le 1/35 de celle de l'eau à la température ordinaire. Son indice de réfraction à l'état liquide est de 1,12; il concorde avec celui prévu par la théorie.

2^o *Séparation d'hydrogène libre et d'autres gaz de l'air.* En liquéfiant l'air dans certaines conditions, qui empêchent les gaz les plus volatils de se dissoudre dans la partie liquéfiée, on obtient un résidu composé de : H 32,5 %; Az 8 %; hélium, neon, etc., 60 %. Après élimination de l'hydrogène et de l'azote, le neon peut être solidifié par refroidissement dans l'hydrogène liquide, et il ne reste que les portions les plus volatiles. On peut obtenir un autre constituant de l'air sans recourir à la liquéfaction de ce dernier. On aspire une grande quantité d'air à travers un tube rempli de laine de verre et immergé dans l'air liquide; si l'on réchauffe ensuite le tube, il se dégage un gaz qui s'était condensé et qui est formé en majeure partie de xénon.

3^o *Thermométrie au moyen de résistances électri-*

ques au point d'ébullition de l'hydrogène. Sept thermomètres ont été étudiés : deux en platine, un en or, en argent, en cuivre et en fer, un en alliage platine-rhodium. Le thermomètre d'or donne le plus bas point de fusion : 23^o,5 au lieu de 20^o5 indiqué par le thermomètre à hélium. Les métaux présentent une diminution extraordinaire de leur résistance au point d'ébullition de l'hydrogène; elle n'est plus pour le cuivre que 1/105, pour l'or que 1/30, pour le platine que 1/35 à 1/17, pour l'argent que 1/24, pour le fer que 1/8 de leur résistance dans la glace fondante. La loi reliant la résistance électrique à la température entre ces limites est inconnue, et aucun thermomètre à résistance ne peut être employé pour obtenir des températures exactes aux environs du point d'ébullition de l'hydrogène.

4^o *Expériences sur la liquéfaction de l'hélium au point d'ébullition de l'hydrogène.* Les essais n'ont jusqu'à présent donné aucun résultat; l'hélium a été refroidi jusqu'à 9^o ou 10^o absolus sans apparence de liquéfaction. Il est vrai qu'à cause de sa faible réfractivité, la formation de gouttelettes sera très difficile à constater. Il est probable qu'on ne pourra liquéfier l'hélium, qui paraît avoir un point d'ébullition de 5^o absolus, qu'en le soumettant au même processus qui a réussi pour l'hydrogène; emploi de l'hydrogène liquide bouillant sous pression réduite et récolte du liquide produit dans des tubes à vide entourés d'hydrogène liquide.

5^o *Phosphorescence et pyro-électricité des corps aux basses températures.* Le sulfure de zinc, refroidi à 21^o absolus et exposé à la lumière, présente une brillante phosphorescence lorsque la température remonte. Le radium conserve sa luminosité à l'obscurité dans l'hydrogène liquide.

L'action photographique persiste, quoique diminuée.

Quelques cristaux placés dans l'hydrogène liquide deviennent pour un temps très lumineux, par suite des décharges électriques que le refroidissement produit entre les molécules du cristal. L'air liquide étant très isolant, ce fait montre que le potentiel électrique engendré par le refroidissement doit être très élevé. Quand le cristal refroidi est réchauffé, la luminosité et les décharges électriques persistent jusqu'à la température ordinaire. Un cristal de nitrate d'uranium est tellement chargé que, quoique sa densité soit 2,8 par rapport à celle de l'air liquide, il ne tombe pas au fond, s'attachant au bord du vase et exigeant une force mesurable pour en être détaché.

Bertha Ayrton : Le mécanisme de l'arc électrique. — L'objet de ce mémoire est de montrer qu'en appliquant les lois ordinaires de la résistance, du réchauffement, du refroidissement et de la combustion de l'arc, considéré comme une rupture dans un circuit fournissant son propre conducteur par la volatilisation de sa matière propre, on peut expliquer tous les phénomènes principaux qui se passent sans faire intervenir l'existence d'une grande force contre-électromotrice, ou d'une résistance négative, ou de tout autre attribut spécial.

W. R. Dunstan et T. A. Henry : La nature et l'origine du poison du *Lotus arabicus*. — Les auteurs ont déjà donné un compte rendu préliminaire de ces recherches¹ et ont montré que la propriété vénéneuse de ce fourrage égyptien est due à l'acide prussique qui se forme pendant que la plante macère dans l'eau, au moyen de l'action hydrolytique d'une enzyme, la lotase, sur un glucoside, la lotusine, laquelle est décomposée en acide cyanhydrique, dextrose et lotollavine, une matière colorante jaune.

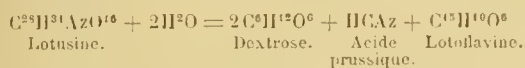
Les auteurs ont continué leurs recherches dans le but de fixer les propriétés et la constitution chimique de la lotollavine et de la lotusine, et aussi d'étudier les

¹ Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 octobre 1900, p. 1156.

propriétés de la lotase en relation avec celles d'autres enzymes hydrolytiques.

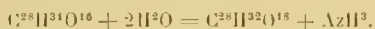
Lotusine. — La lotusine peut être séparée d'un extrait alcoolique de la plante par un procédé ingénieux qui donne un très petit rendement, environ 0,025 %. La lotusine est un glucoside cristallin jaune, plus soluble dans l'alcool que dans l'eau. Quand on la chauffe, elle se décompose graduellement sans montrer aucun point fixe de fusion. Les combustions d'une substance purifiée spécialement donnent des nombres d'accord avec ceux déduits de la formule $C^{22}H^{31}AzO^{16}$.

Dans la notice préliminaire, la formule $C^{22}H^{31}AzO^{16}$ avait été provisoirement assignée à la lotusine, d'après l'idée qu'une seule molécule de dextrose est formée dans son hydrolyse. La formule donnée ci-dessus comme résultat d'une analyse ultime, est confirmée par l'observation que deux molécules de dextrose sont produites par l'hydrolyse acide, laquelle est donc représentée par l'équation :

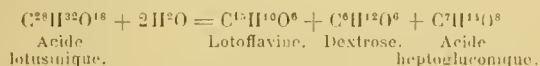


Quand une solution de lotusine est chauffée avec de l'acide chlorhydrique dilué, l'hydrolyse se produit de suite. Le liquide acquiert une forte odeur d'acide cyanhydrique et un précipité cristallin jaune de lotoflavine se dépose, tandis que la solution réduit fortement la liqueur de Fehling. L'acide sulfurique dilué produit seulement très lentement l'hydrolyse de lotusine.

Quand elle est chauffée avec des alcalis aqueux, la lotusine est graduellement décomposée; de l'ammoniaque se dégage et un acide se forme auquel on a donné le nom d'acide lotusinique :



L'acide lotusinique est un acide monobasique qui fournit des sels cristallins jaunes. Il est rapidement hydrolysé par des acides dilués en formant de la lotoflavine, du dextrose et de l'acide heptogluconique (acide dextrose-carboxylique) :



A l'exception de l'amylgdaline, la lotusine est le seul glucoside entièrement connu qui fournisse de l'acide prussique comme produit de décomposition.

Lotoflavine. — La lotoflavine est une matière cristalline colorante jaune, rapidement dissoute par l'alcool ou par l'acide acétique glacé chaud, et aussi par les alcalis aqueux qui forment des solutions jaune clair. Elle est toujours présente en quelque mesure dans les plantes, spécialement dans les plantes vieilles. L'analyse ultime conduit à la formule $C^{15}H^{20}O^6$. Elle est donc isomérique avec la lutéoline, la matière colorante jaune du *Reseda luteola*, et avec la fisétine, matière colorante jaune du *Rhus cotinus*. La morine, du *Morus tinctoria*, paraît être l'hydroxylotoflavine.

La lotoflavine ne forme pas de composés avec les acides minéraux. Elle fournit un dérivé tétraacétylé et deux éthers triméthyliques isomériques mutuellement convertibles, qui sont capables de former une seule et même acétyl-triméthyl-lotoflavine. Par l'action de la potasse fondue, la lotoflavine est convertie en phloroglucine et en acide β -résorcylique.

Dextrose. — On a trouvé que le sucre qui résulte de l'hydrolyse possède toutes les propriétés du dextrose ordinaire.

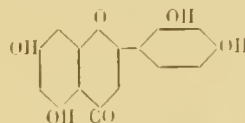
Acide cyanhydrique. — On a déterminé la quantité d'acide prussique fourni par les plantes à différentes époques de leur croissance. Des plantes mûres portant des gousses ont fourni 0,345 % de cet acide, calculé sur une substance séchée à l'air, ce qui correspond à 5,23 % de lotusine. De plus jeunes plantes ayant des boutons donnent 0,25 %, tandis que des quantités

encore plus petites sont fournies par de très jeunes plantes, et presque rien par de vieilles plantes dont les graines sont tombées.

La formation du poison paraît donc atteindre son maximum à la période des graines, et, après cette période, elle diminue rapidement. Les Arabes savent que la plante est bonne à être employée comme fourrage lorsque les graines sont tout à fait mûres, mais pas avant. Nous avons découvert que c'est la lotusine qui disparaît pendant que les graines mûrissent. Les vieilles plantes contiennent une certaine quantité de lotase et de lotoflavine, mais peu ou point de lotusine.

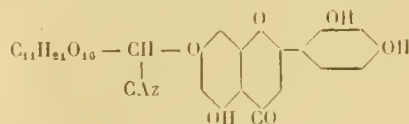
Lotase. — Dans ses propriétés générales, la lotase ressemble aux autres enzymes hydrolytiques, desquels cependant elle diffère à plusieurs points de vue importants. Elle peut être comparée à l'émulsine, l'enzyme des amandes amères. L'émulsine cependant n'attaque la lotusine que très lentement, tandis que la lotase a seulement une faible action sur l'amylgdaline, le glucoside des amandes amères. La lotase est beaucoup plus rapidement détériorée et privée de son pouvoir hydrolytique que l'émulsine. C'est pourquoi il est difficile de l'isoler à l'état solide. Son pouvoir disparaît rapidement, non seulement par la chaleur, mais il est aussi rapidement détruit par le contact avec l'alcool ou la glycérine. En outre de la lotase, la plante contient un enzyme amylolytique et un enzyme protéolytique.

Constitution de la lotoflavine et de la lotusine. — En considérant ces réactions et spécialement la production par l'action des alcalis fondus d'un acide β -résorcylique et de la phloroglucine, les auteurs concluent que la lotoflavine est représentée par la formule suivante :



qui est celle d'un composé appartenant à la même classe (des phéno- γ -pyrones phénylées) que ses isomères, la lutéoline et la fisétine. La particularité montrée par la lotoflavine, qui contient quatre groupes hydroxyles mais fournit seulement un éther triméthylique, s'explique par le fait qu'un des groupes hydroxyles est en position ortho par rapport à un groupe carbonyle.

Les réactions de la lotusine sont le mieux représentées par la formule suivante :



qui est celle d'un éther lotoflavinique de maltose-cyanhydrine.

Cette formule explique d'une façon satisfaisante l'hydrolyse partielle du glucoside par les alcalis, qui donne l'acide lotusinique et l'ammoniaque, et la décomposition de la substance par les acides qui donnent la lotoflavine et l'acide maltose-carboxylique, lequel est immédiatement décomposé en dextrose et en acide heptogluconique. Elle rend compte aussi de l'hydrolyse de la lotusine, par les acides, en lotoflavine et maltose, qui est ensuite changé en dextrose.

Pour localiser la position du groupe cyanogène dans la lotusine, on a recherché si les différentes cyanhydrines de constitutions connues fournissent de l'acide cyanhydrique quand on les traite par l'acide chlorhydrique dilué. On a trouvé que le nitrile mandélique, la lévulose-cyanhydrine et le pentaacétyl-gluconitrile, dans lesquels le groupe cyanogène occupe une position analogue à celle qu'on lui a assignée dans la formule suggérée pour la lotusine, sont, comme la lotusine, aisément décomposés par l'acide chlorhydrique dilué

en formant de l'acide prussique et l'aldéhyde ou la cétone correspondante.

2^o SCIENCES NATURELLES.

A. D. Waller : Essai de détermination de la vitalité des graines par une méthode électrique. — L'auteur rappelle la méthode qu'il a indiquée précédemment pour reconnaître l'existence de la vie. Appelons « coup de feu » (*blaze current*) le signe galvanométrique d'un changement soudain produit localement dans la matière vivante; on appellera « coup de feu non équivoque » le courant excité de même direction que le courant excitant; ce ne peut donc être un contre-courant de polarisation. Or, d'après l'auteur, la présence d'un coup de feu non équivoque ou homodrome est une preuve positive que l'objet examiné est *en vie*; l'absence de cet effet est une forte présomption qu'il soit *mort* ou plutôt *non vivant*. Car il peut être dans cet état paradoxal d'immobilité que l'on appelle vie latente, et qui ne présente pas de coup de feu; puisqu'il est capable de se réveiller, il n'est donc pas mort. C'est pourquoi l'auteur adopte la catégorie plus générale des substances non vivantes. L'auteur formule donc la règle suivante : *Si les réponses produites par des courants induits simples dans les deux sens sont de même direction que ces courants, l'objet examiné est en vie.*

En pratique, par le fait que la plupart des objets examinés ne sont pas physiologiquement homogènes, il y a une direction favorable et une direction défavorable à la réponse; c'est pourquoi il faut essayer le courant dans les deux sens. Quand les objets sont à peu près physiologiquement homogènes, il peut y avoir réponse non équivoque dans les deux sens, mais il est rare que les deux coups de feu soient égaux et opposés. Il y a donc lieu de distinguer trois cas :

1^o Les deux réponses à des excitations simples dans les deux sens sont homodromes aux courants excitants; l'objet est en vie;

2^o Les deux réponses sont de même sens; l'objet est en vie;

3^o Les deux réponses sont dans la direction de polarisation; l'objet est non-vivant.

La valeur électromotrice du coup de feu excède généralement de beaucoup celle d'un courant de polarisation ordinaire; pour des graines vigoureuses, elle peut atteindre 0,1 volt, tandis que le courant de polarisation varie de 0,0005 à 0,001 volt. Il ne peut y avoir d'hésitation que pour des graines très faibles qui donnent un coup de feu de l'ordre du courant de polarisation; mais celles-ci peuvent être pratiquement considérées comme mortes, car elles ne germent généralement pas.

La figure 1 donne la disposition d'une expérience pour la détermination de la vitalité d'une graine par la méthode électrique. Un haricot fraîchement écosé et non brisé est placé latéralement entre deux électrodes non polarisables A et B. 1^o Il donne un coup de feu dans la direction négative en réponse à une excitation induite négative. 2^o La même graine, après qu'on a coupé une tranche à sa surface inférieure B, donne des coups de feu dans la direction négative en réponse à une excitation positive (coup de feu équivoque) et à une excitation négative (coup de feu non équivoque); c'est le contraire qui se produit si la tranche a été coupée à la surface supérieure A. 3^o Une graine bouillie ne donne aucune réponse, mais seulement de faibles contre-courants de polarisation.

Par sa méthode, M. Waller a étudié la détérioration des graines avec l'âge et il l'a vérifiée par des essais comparatifs de germination. Pour les vieilles graines, la méthode a été modifiée comme suit : Les graines sèches sont trempées dans l'eau pendant douze heures à 25°, puis posées sur de la flanelle mouillée pendant un jour; elles sont décortiquées, séparées en deux, et la

radicule détachée et placée entre les deux électrodes de façon que l'apex touche l'électrode inférieure B. Le courant d'excitation était négatif. D'autre part, des essais de germination ont été faits soit sur la même graine, soit sur des graines du même lot.

Le résultat général de nombreuses expériences est une correspondance générale, quoique non complète, entre la production de coups de feu et l'activité germinale. L'existence d'un courant de réponse est bien un signe de vie, et sa grandeur peut en quelque sorte mesurer la vitalité. Lorsque la vitalité est grande, les deux épreuves sont toujours concordantes; ce n'est que lorsque la vitalité est très faible qu'il y a des chances de discordance entre les deux épreuves. Les graines

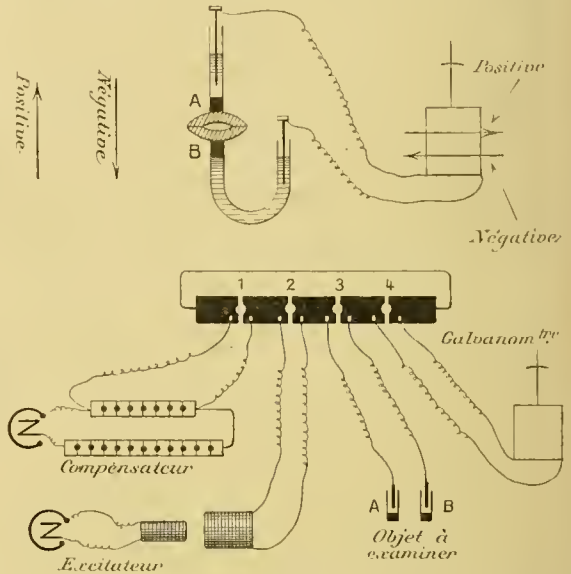


Fig. 1. — Schéma d'une expérience pour déterminer la vitalité des graines par la méthode électrique. — L'appareil se compose : 1^o d'un compensateur pour balancer tout courant accidentel dans le circuit et mesurer la f. é. m. de réaction; 2^o d'une bobine d'induction pour produire l'excitation; 3^o de l'objet à examiner; 4^o d'un galvanomètre. — En haut, on voit la disposition de la graine et des électrodes A et B; les expressions « positive » et « négative » signifient que l'excitation va respectivement de B à A et de A à B.

fraîches et vigoureuses offrent un fort coup de feu (0,05 volt ou plus) et germent rapidement. Des graines plus vieilles et moins vigoureuses présentent une réponse moins accusée (0,01 volt au moins) et une germination moins active. Enfin, les graines très vieilles, incapables de germer même dans les conditions les plus favorables, présentent une réponse de 0,001 volt ou moins, ou nulle, ou encore un faible contre-courant de polarisation de 0,0005 volt en moyenne.

ERRATUM

P. 887, 2^e colonne :

7^e ligne, au lieu de comparaison entre la self-induction, lire : comparaison entre l'action de la self-induction;

9^e ligne, au lieu de Hagberssel, lire : Hasselberg.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Un changement à longue période des taches solaires. — Dans une récente séance de la Société Royale de Londres, sir William Lockyer a présenté une Note importante sur l'activité solaire pendant la période qui s'étend de 1833 à 1900. Ce savant a principalement appelé l'attention sur la découverte qu'il vient de faire, dans la manifestation des taches solaires, d'une nouvelle variation périodique dont la durée est d'environ trente-cinq ans.

On sait depuis longtemps, et Rudolf Wolf, de Zurich, fut le premier à le signaler, que si la longueur d'une période de taches solaires est *en moyenne* de onze ans, la longueur réelle de toute période peut différer de cette valeur de plus ou moins deux ans. Un autre fait d'observation consiste en ce que les époques des maxima ne se présentent pas un nombre constant d'années après le minimum précédent : Wolf a déterminé l'intervalle *moyen* comme étant égal à quatre ans et demi. — Le minimum suit le maximum dans un intervalle *moyen* de six ans et demi.

On a remarqué, de plus, que l'intensité de chaque période, autrement dit la quantité totale de surface tachée comprise entre un minimum et le minimum suivant, n'est pas constante : Wolf croyait que ces quantités devaient révéler une certaine périodicité, et il supposa d'abord que la période était de 178 ans, plus tard de 55,5 — ou un cycle embrassant cinq périodes de onze ans.

Dans son travail actuel, sir William Lockyer s'est limité à l'intervalle de temps qui s'étend de 1833 à 1900, intervalle pendant lequel on fit des observations systématiques précises de la surface solaire ; et comme les chiffres relatifs de Wolf s'accordent bien avec les faits d'observation de cette période, sir William Lockyer n'a pas hésité à les employer.

Enfin les importants résultats magnétiques obtenus par William Ellis ont servi de contrôle à tout le travail, pour montrer que les courbes relatives aux éléments magnétiques sont en complète harmonie avec celles des taches solaires : toute variation déterminée des courbes des taches doit avoir sa contre-partie dans les courbes magnétiques.

La discussion de ces soixante-huit années d'observations conduit à l'importante conclusion que : *au-dessous de la période ordinaire d'environ onze ans des taches, il existe un autre cycle de plus grande amplitude, environ trente-cinq ans.* Ce cycle modifie non seulement le moment des maxima, relativement aux minima précédents, mais produit encore des changements dans toute la surface tachée, d'une période de onze ans à une autre.

Du moment qu'il y a, en plus de la période undécennale bien connue, un autre cycle embrassant environ trente-cinq ans, indiqué par les changements dans les époques des maxima aussi bien que par les variations de surface des périodes undécennales consécutives des taches et du magnétisme, il est naturel de supposer que cette variation à longue période est l'effet d'un cycle de perturbation dans l'atmosphère solaire elle-même.

Si le cycle était assez intense, il produirait une variation dans la circulation normale de l'atmosphère terrestre, et il devrait être marqué dans les phénomènes météorologiques.

Or, nous devons précisément à Ed. Brückner un travail important sur les changements des climats : l'auteur y traite les variations de la hauteur de l'eau des mers intérieures, des lacs et des rivières ; les variations dans la quantité de pluie tombée, la pression barométrique et la température, dans le mouvement des glaciers, dans la fréquence d'hivers froids, dans le développement des vignes, etc. Brückner, comme résultat de toutes ses recherches, a trouvé l'existence *d'une variation périodique des climats sur toute la Terre dont la période moyenne est d'environ 34,8 + 0,7 ans.*

Brückner était tellement convaincu des incontestables modifications climatologiques qu'il avait déduites, et tellement sûr que de telles variations ne sauraient être causées que par une influence extérieure, qu'il avait examiné les données de Wolf sur les taches solaires, afin de voir s'il n'y avait aucune trace d'un cycle semblable ; n'en trouvant pas, il osa affirmer qu'une variation analogue à celle qu'il cherchait devait exister dans le Soleil, bien qu'elle puisse être indépendante des taches. Il finit par conclure que les variations des cli-

mats constituent le premier symptôme d'une variation à longue période dans le Soleil, période que l'on découvrirait plus tard.

Mises en regard de la période d'activité solaire indiquée par sir W. Lockyer, les conclusions de Brückner sont d'un puissant intérêt, parce que, non seulement la longueur de la période, mais aussi les époques critiques de son cycle sont en parfaite harmonie avec les conclusions de sir William Lockyer.

Le professeur Ed. Richter a également trouvé un cycle de trente-cinq ans dans une recherche détaillée du mouvement des glaciers, et il attira l'attention sur ce fait que les variations étaient, en général, d'accord avec les modifications climatiques de Brückner : cependant la période glaciaire était accélérée pendant les phases humides et fraîches.

Charles Egeson a trouvé, lui aussi, non seulement une période séculaire de trente-trois à trente-quatre ans dans la chute de la pluie, la production des orages et la prédominance des vents d'ouest en avril pour Sydney, mais encore que les époques des maxima de ces deux derniers concordent avec celles du cycle de trente-cinq ans déduit des taches.

Nous citerons encore rapidement à ce sujet les recherches de Meldrum et Poey sur la correspondance entre le maximum des cyclones et celui des taches solaires, ainsi que les indications de Kœppen sur la correspondance entre la température moyenne annuelle et la variation des taches, etc... Sans doute, pour se distinguer des prévisions aléatoires des fabricants d'almanachs, les météorologistes ont écarté dès le début d'une manière très violente l'idée de périodicité; elle a encore des adversaires acharnés et, cependant, la question entre véritablement dans une voie nouvelle, scientifique, et du plus haut intérêt pour la transmission de la force à l'intérieur du système solaire.

Il ne paraît donc pas douteux que, pendant la période 1833-1900, les phénomènes météorologiques, le nombre des aurores et d'orages magnétiques, montrent des variations d'une période voisine de trente-cinq ans et dont les époques cadrent bien avec celles des variations des taches solaires. Comme nous entrons maintenant dans une phase qui tend vers un nouveau maximum de taches — qui devrait correspondre sera intensité et comme époque à celui de 1870,8 — il sera intéressant d'observer si tous les phénomènes solaires, météorologiques et magnétiques vont se répéter dans le même ordre.

§ 2. — Mécanique expérimentale

Essai des métaux à la flexion par choc de barreaux entaillés. — Une nouvelle méthode d'essai des métaux, qui préoccupe vivement consommateurs et producteurs de métaux, a été exposée tout récemment devant la Société des Ingénieurs Civils par notre collaborateur M. Charpy¹, dont on se rappelle les beaux travaux sur la trempe des aciers. On sait que l'essai de traction, si préconisé autrefois, ne renseigne pas suffisamment sur les propriétés mécaniques d'un métal, et qu'en particulier il n'y a pas de corrélation entre la résistance d'un métal aux efforts statiques, et sa résistance aux efforts dynamiques. Aussi, pour le matériel des chemins de fer, on pratique depuis longtemps l'essai au choc en vue de la réception des essieux et des bandages, mais cet essai se fait pour ainsi dire en grand sur quelques spécimens que l'on prélève dans un lot et qui sont sacrifiés. Lorsqu'il ne s'agit pas d'une fabrication en série, l'essai de choc a lieu sur des barreaux détachés de la pièce, et la rupture de ces éprouvettes, d'une section généralement carrée, est obtenue sous les chocs répétés d'un mouton tombant d'une hauteur plus ou moins élevée. Le nombre des coups sert à différencier les résistances, et on admettait jusqu'à

ces derniers temps que deux barreaux supportant le même nombre de coups de mouton étaient identiques au point de vue de la fragilité. M. Charpy, reprenant les essais de MM. André Le Chatelier, Auscher, Barba, Frémont et Le Blant, montre la nécessité qu'il y a à modifier l'essai précédent en préparant la rupture de la barrette par une entaille faite à l'outil. 25 barreaux d'acier doux, de qualité courante pour laminés, classés par ordre de résistance croissante à la traction depuis 34 kil. 8 jusqu'à 50 kil. 1, ont supporté sans casser 15 coups d'un mouton de 18 kilos tombant d'une hauteur de 2^m,75, et ont été ensuite pliés à bloc sans criques notables. Ils devaient donc être après cela considérés comme non fragiles, et sensiblement équivalents. On pratiqua sur des barreaux identiques, pris dans les mêmes barres, une entaille d'une profondeur égale à la moitié de l'épaisseur du barreau, et l'ordre primitivement établi dans le classement des éprouvettes fut totalement bouleversé. Certains métaux, parmi les plus doux, furent démontrés nettement inférieurs aux autres, et les nombres de coups de mouton varièrent de 1 à 5. Le nouvel essai dénonce donc certains métaux qui, reçus avec les exigences des cahiers de charges actuels, auraient pu donner lieu en service à de graves mécomptes.

M. Charpy a apporté au mode d'essai sur barreaux entaillés une amélioration importante, qui va contribuer à en généraliser très rapidement l'application. Les différents expérimentateurs avaient adopté jusqu'ici des entailles de formes très variées. M. Le Chatelier pratiquait un trait de scie de 1^{mm} × 1^{mm}; M. Auscher obtenait au moyen d'un burin une coupure triangulaire équilatérale de 1 millimètre de côté; M. Barba faisait d'abord une rainure avec un outil de raboteuse, et en terminait le fond au moyen d'un couteau d'acier trempé, à angle vif, enfoncé à la presse. Dans d'autres essais, ce fond était constitué par un arrondi d'un rayon ne dépassant pas deux dixièmes de millimètre. Tous ces types d'entailles pouvaient varier avec l'état de l'outil employé, et le service plus ou moins prolongé de cet outil. Le trait de scie a une section parfaitement rectangulaire et à angles vifs avec une scie neuve, mais qui s'arrondit au fur et à mesure que les dents de l'outil s'émoussent. Les burins et autres instruments tranchants ne restent pas à la longue identiques à eux-mêmes, et comme le résultat de l'essai est complètement modifié suivant que les entailles sont à fonds plus ou moins arrondis, la description de l'outil adopté pour pratiquer l'entaille type ne suffit pas pour définir celle-ci dans un cahier des charges. M. Charpy a tourné la difficulté d'une façon très heureuse. Il s'attache à donner au fond de l'entaille un rayon bien défini, et assez considérable pour que les variations inévitables dans le travail n'aient qu'une influence négligeable. Pour cela, il perce dans le barreau, à la moitié de sa hauteur, un trou cylindrique de 2 millimètres ou 4 millimètres de rayon, au moyen d'une mèche hélicoïdale et d'un alésoir, estimant avec raison que les stries ont moins d'influence lorsqu'elles sont produites par un outil travaillant perpendiculairement à la direction de l'entaille. Celle-ci est achevée par un trait de scie entre le trou et l'une des faces du barreau. C'est là un procédé simple à définir, et permettant de reproduire en tout temps des entailles identiques.

M. Charpy donne, en outre, la description du mouton pendulaire que, d'après les idées de M. Russel, il a fait construire aux usines de Saint-Jacques, à Montluçon, pour l'essai au choc des barreaux entaillés. Le mouton est formé par une plaque de métal découpée en forme de *c*, de façon que son centre de gravité coïncide avec le couteau qui produit le choc. Cette pièce est suspendue à un portique en charpente, par l'intermédiaire de tubes sans soudure disposés en triangle, et d'un axe roulant sur billes. Le barreau à essayer est maintenu au moyen de plaques et boulons sur deux supports contre un massif métallique formant chabotte. La hau-

¹ Mémoire de la Société des Ingénieurs civils de France, Bulletin de juin 1901.

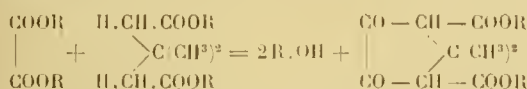
teur à laquelle le pendule remonte après avoir rompu le barreau est retranchée de celle à laquelle il a été lâché de l'autre côté, et la différence obtenue, multipliée par le poids du mouton, mesure le travail absorbé par la rupture, après qu'on a tenu compte des pertes dues aux résistances passives et à la force vive imprimée aux fragments du barreau, pertes très faibles et faciles à évaluer. On a donc un moyen simple et pratique de classer au moyen de chiffres les résultats de l'essai, le degré de non-fragilité du métal ou, comme le propose M. Charpy, sa *résilience*, c'est-à-dire la résistance vive à la rupture dont est capable une tranche infiniment mince de ce métal. Le travail de rupture ainsi défini est évalué d'autant plus exactement que la déformation se trouve limitée à la section de rupture. Aussi, à ce point de vue, l'essai de choc sur barreaux entaillés, qui localise la déformation, est certainement plus sensible que l'essai de traction ordinaire.

Les industriels sauront grand gré à M. Charpy d'avoir précisé et rendu pratique un nouveau mode d'essai qui ne fera évidemment pas disparaître des cahiers des charges les exigences sacro-saintes des essais de traction, mais qui placera ces derniers essais au second rang, c'est-à-dire à leur vraie place.

Emile Demenge,
Ingénieur métallurgiste.

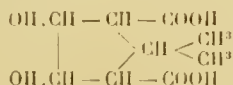
§ 3. — Chimie

Synthèse complète de l'acide apocamphorique (camphopyrique). — M. Komppa a montré autrefois¹ que la condensation de l'éther oxalique avec le ββ-diméthylglutarate d'éthyle donne naissance à un nouvel éther dicétonique, cyclique, selon l'équation :

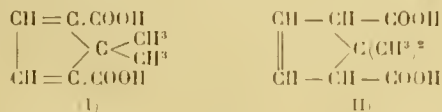


Cet éther cyclique fond à 115-116° (éther diméthyl-ique); l'éther éthylique fond à 98°.

La réduction conduit aisément au dioxyacide :



Ce dioxyacide lui-même², soumis à la réduction au moyen de l'acide iodhydrique (D = 1,7) et du phosphore rouge, fournit un acide fusible à 203-209°, non saturé et répondant vraisemblablement à la formule (I) ou (II) :



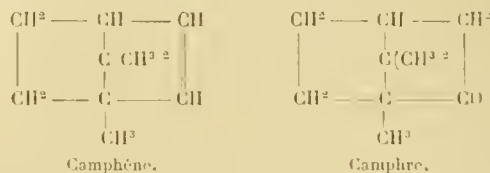
Comme il n'est pas réduit par l'alcool amylique et le sodium, c'est la formule (II) qui a le plus de chances d'être exacte. Enfin, le traitement de cet acide non saturé par l'acide bromhydrique en solution acétique fournit un acide hydrobromé (III) que l'acide acétique et la poudre de zinc convertissent en un nouvel acide (IV) :



Celui-ci fond à 160°-170°; il ne réduit point le permanganate de potasse, et il est identique à l'acide

mésocamphopyrique de March et Gardner. Cet acide *mésocamphopyrique* se scinde aisément en ses deux composants, les acides *cis* et *trans*-apocamphorique (camphopyrique), identiques aux acides provenant de l'oxydation nitrique du camphène.

L'auteur en conclut, en particulier, que cette synthèse démontre l'exactitude de la formule de Bredt pour le camphène et le camphre :



Nous nous permettrons de faire remarquer que cette conclusion n'est pas rigoureusement exacte. En effet, si l'oxydation nitrique du camphène donne bien, entre autres produits, l'acide carboxylapocamphorique (camphoïque), l'oxydation manganique n'en fournit point trace et donne d'autres composés de structure fort différente, et tous les chimistes, ou du moins la grande majorité des chimistes, sont d'accord pour rejeter cette formule du camphène.

Quant à la relation qui lie le camphre au camphène, personne ne la connaît, bien qu'il ait été émis sur ce sujet bien des hypothèses.

Que la formule du camphre de Bredt soit exacte, cela est à présent extrêmement probable, presque certain; mais le travail de M. Komppa, quoique fort intéressant, ne peut le prouver.

§ 4. — Zoologie

Notes sur des Nautilus vivants. — Sous ce titre¹, M. Bashford Dean donne quelques détails sur les mœurs du Nautilus, ce dernier représentant du groupe des Céphalopodes Tétra-branches, qui, pendant longtemps, est resté un animal rare, dont on ignorait le genre de vie. M. Dean a trouvé aux Philippines, dans le bras de mer qui s'étend entre les îles de Negros et de Cebu, des stations où les Nautilus sont capturés vivants en grande abondance; la chair est mangée, mais est peu estimée; les coquilles sont achetées surtout par des Chinois, qui les exportent pour en faire des boutons. Les pêcheurs de cette région pêchent le poisson avec des nasses en bambou, qu'ils immergent à de grandes profondeurs, de 100 à 200 mètres, peut-être même beaucoup plus; ces nasses sont amorcées avec des poules entières, des viscères de chevreau ou des chiens et des chats; les Nautilus sont attirés par l'odeur, et entrent dans les nasses, où l'on en trouve parfois une vingtaine. L'animal est d'un blanc opaque, avec une légère teinte ocracée sur le capuchon; il n'a pas de chromatophores comme les Dibranches; il ne vit que peu de temps en aquarium, et reste volontiers rétracté, le capuchon s'adaptant à l'ouverture de la coquille à la manière d'un opercule.

§ 5. — Physiologie

Les relais des réflexes. — On sait que, dans les phénomènes désignés par les physiologistes sous le nom de phénomènes réflexes, une impression, produite à la périphérie, engendre un influx nerveux qui, cheminant dans un nerf, gagne les centres nerveux, pour s'y réfléchir et venir à la périphérie, en suivant un trajet nerveux, déterminer une réaction motrice ou sécrétoire. On sait que l'influx nerveux centripète chemine au voisinage des centres dans les racines postérieures des nerfs rachidiens (neurones de ganglions spinaux), ou dans leurs équivalents bulbo-prothé-

¹ Ber. Ch. Ges., t. XXXII, p. 1421.

² Ber., t. XXXIV, p. 2472.

¹ Notes on Living Nautilus, *The American Naturalist*, vol. XXXV, 1901, p. 819.

rautuels, et que l'influx nerveux centrifuge chemine, au voisinage des centres, dans les racines antérieures des nerfs rachidiens (neurones de cornes antérieures), ou dans leurs équivalents bulbo-protubérantiels. Les études récentes des anatomistes et des histologistes ont établi que les terminaisons intramédullaires des neurones de ganglions spinaux se ramifient dans la moelle, au voisinage des ramifications terminales des prolongements protoplasmiques des neurones des cornes antérieures, du même côté ou du côté opposé, et aux divers niveaux de la moelle. Par conséquent, on peut imaginer que l'influx nerveux passe directement du neurone de ganglion spinal dans le neurone de corne antérieure, sans traverser d'autres neurones interposés. Toutefois, l'existence, bien démontrée, de neurones anastomotiques entre les divers étages de la moelle permet de supposer que, dans certains cas tout au moins, de tels neurones interposés peuvent prendre part à la constitution de l'arc réflexe (ensemble des éléments conducteurs de l'influx nerveux dans un phénomène réflexe déterminé).

Dans les *Éléments de physiologie* que M. Maurice Arthus vient d'écrire, nous relevons les passages suivants, au sujet du schéma qu'il convient d'adopter pour les phénomènes réflexes :

« On a donné de ce phénomène réflexe un schéma absolument faux, qu'il faut éliminer. On a imaginé que l'arc réflexe le plus simple comprend au moins cinq éléments : un organe périphérique d'impression, une fibre nerveuse centripète, une cellule nerveuse, une fibre nerveuse centrifuge, un organe périphérique de réflexion. La cellule était dite *centre réflexe*, parce que c'était à son niveau que l'influx nerveux se réfléchissait, de centripète devenant centrifuge. Cette conception est inacceptable, car jamais un corps de neurone n'est en continuité à la fois avec une fibre d'une racine postérieure et une fibre d'une racine antérieure; d'ailleurs, une fibre nerveuse, ne peut être considérée comme un élément anatomique distinct du corps de neurone.

« Dans tout arc réflexe, il y a à considérer au moins deux neurones : un neurone de ganglion spinal et un neurone de corne antérieure. Donc, l'arc réflexe le plus simple comprend au moins quatre éléments : un organe périphérique d'impression et un organe périphérique de réflexion, réunis par une *chaîne de neurones*, comprenant au moins deux neurones, mais pouvant en contenir plus de deux. Dans le cas d'une chaîne à deux neurones, on peut distinguer le premier neurone (ou neurone sensitif), élément des ganglions spinaux, et le second (ou dernier) neurone (ou neurone moteur), élément des cornes antérieures. Dans le cas d'une chaîne à plus de deux neurones, on peut encore distinguer le premier neurone, élément des ganglions spinaux, et le dernier neurone, élément des cornes antérieures, facilement accessibles à l'expérimentation...

« Où doit-on placer le centre réflexe, c'est-à-dire le point où se fait la réflexion de l'influx nerveux? Si les divers neurones de l'arc réflexe étaient anastomosés entre eux de façon à constituer un tout anatomique, pour ainsi dire indivisible, on pourrait conserver la vieille conception; et, faisant abstraction des cylindres-axes extra-médullaires, considérer comme centre réflexe l'ensemble des neurones entrant en activité. Mais il a été établi que les neurones ne sont pas en continuité de substance, mais seulement en contiguïté; donc, l'arc réflexe est formé d'éléments distincts; d'autre part, on n'a pas le droit de séparer les cylindres-axes des neurones auxquels ils appartiennent. Aussi a-t-on proposé¹ de placer le centre réflexe entre les deux neurones intéressés, dans la substance interposée, puisque c'est à son niveau que l'influx nerveux passe du premier neurone, centripète, dans le second neurone, centrifuge. Toutefois, il nous déplaît de considérer comme centre réflexe une région banale, un terrain vague, compris entre les éléments actifs; ce n'est pas là un centre, au sens généralement adopté

pour ce mot. Comme on a abandonné la vieille conception du réflexe, il faut abandonner l'expression de centre réflexe, et lui substituer une autre expression, qui constitue une image plus exacte de la réalité : nous proposons l'expression *relai du réflexe*. Cette substitution est d'autant plus nécessaire que, dans le cas, au moins possible, d'un arc réflexe à plus de deux neurones, il est difficile de préciser la place du centre : sera-ce entre le 1^{er} et le 2^e, entre le 2^e et le 3^e, entre le *n*^e et le *(n + 1)*^e? Faudra-t-il donc admettre autant de centres qu'il y a d'espaces interneuroniques? Ce ne serait pas conforme au sens qu'on attribue généralement à l'expression centre. Il faut donc, à l'expression de centres réflexes, substituer l'expression de relais des réflexes.

« En résumé, dans un réflexe, on peut considérer un *organe d'impression* et un *organe de réflexion*, réunis par une chaîne de neurones; ces neurones présentant entre eux des points de communication par contiguïté, non par continuité; ces points constituant ce que les histologistes appellent les articulations de neurones, ce que les physiologistes auront avantage à appeler les *relais des réflexes*. »

§ 6. — Géographie et Colonisation

Le Congrès international de Sociologie coloniale. — La multiplicité des Congrès tenus à Paris pendant l'Exposition Universelle, la saison dans laquelle ont eu lieu quelques-uns d'entre eux, n'ont pas toujours permis aux intéressés de les suivre avec toute l'assiduité désirable. Cependant, ces Congrès ont parfois fourni une somme de travail considérable et réuni des documents précieux. Aussi conviendra-t-il d'en reparler au fur et à mesure que paraîtront leurs comptes rendus.

Deux Congrès coloniaux se sont tenus en 1900 : l'un se proposait pour but l'étude des progrès matériels, l'autre avait pour objet la Sociologie coloniale. C'est de ce dernier que nous nous proposons aujourd'hui d'entretenir les lecteurs de la *Revue*.

Le mot de Sociologie coloniale est un peu vague, et les études qu'il embrasse assez mal définies. S'il est relativement facile d'apporter une méthode scientifique et de s'appuyer sur des faits précis dans l'examen des moyens propres à assurer la mise en valeur des colonies, tels que le régime des chemins de fer, de la navigation fluviale, celui des concessions, celui de la main-d'œuvre, on risque davantage de s'égarer lorsqu'il s'agit de l'organisation juridique, politique et sociale à donner aux populations coloniales, par suite de l'ampleur même du problème et des préoccupations d'ordres divers qu'on apporte dans cette étude. Aussi, bon nombre de coloniaux, connaissant l'esprit qui anime, en France et en Angleterre notamment, certaines Sociétés dites de protection des indigènes, plus généreuses que prudentes, n'étaient-ils pas sans inquiétude et craignaient-ils de voir le Congrès verser dans la phraséologie et l'utopie. Itâtons-nous de dire que, s'il a quelquefois côtoyé ces écueils, il les a néanmoins suffisamment évités pour donner tort à ses détracteurs et pour que son œuvre ait conservé, dans l'ensemble, une portée sérieuse et un caractère pratique. Le mérite en revient à la Commission d'organisation, à l'éminent président du Congrès, M. Le Myre de Vilers, à son secrétaire général, M. Paul Lescur, professeur de Législation coloniale à l'Université de Paris.

Les publications du Congrès, récemment parues, occupent deux volumes¹; le premier comprend les Rapports qui ont servi de base aux discussions, le compte rendu sténographique des séances, séances de sections ou séances plénières; le tome second est consacré à la reproduction des Mémoires composés à l'occa-

¹ Exposition Universelle internationale de 1900. Congrès international de Sociologie coloniale, tenu à Paris du 6 au 11 août 1901. 2 vol., in-8°. Paris, Rousseau, 1901.

¹ M. le Professeur Morat.

sion du Congrès. Le thème général choisi était l'étude des devoirs que l'expansion coloniale impose aux Puissances colonisatrices, dans les colonies proprement dites, à l'égard des populations indigènes. Trois sections devaient étudier respectivement la condition politique et juridique des indigènes, leur condition matérielle et leur condition morale.

Deux systèmes sont en présence en ce qui concerne la politique à suivre vis-à-vis des indigènes : ou bien les laisser s'administrer eux-mêmes sous la tutelle européenne et n'intervenir que dans la mesure où cette intervention est reconnue absolument indispensable ; ou bien les assimiler aux habitants de la métropole en leur imposant nos idées et nos lois, et ne les laisser vivre de leur existence propre que dans la mesure où il n'est pas possible de faire autrement. C'est au premier de ces systèmes, le seul raisonnable et le seul qui ait jamais réussi en fait, que s'est finalement rallié le Congrès ; c'est celui qu'ont préconisé les trois Rapports les plus remarquables que le Congrès ait eu à discuter, ceux de MM. Van Kol, Girault et de Saussure.

M. Van Kol, membre du Parlement hollandais, avait à exposer dans quelle mesure et dans quelles conditions il y avait lieu de maintenir les organismes administratifs indigènes ; il a conclu avec beaucoup de force que la politique coloniale devait tendre au maintien de ces organismes.

« Nous ne pouvons, a-t-il dit, régler l'évolution à notre gré. Nos souhaits sont impuissants, nos ordres ridicules et nuisibles. Ce n'est pas à coups de décrets qu'on change une organisation sociale, encore moins par une armée de soldats et de fonctionnaires. Gouverner directement ces peuplades des pays lointains et inconnus, ces indigènes dont nous ne connaissons ni les vœux ni les désirs, nous ne l'avons jamais su, nous ne le saurons jamais ». Il faut gouverner les indigènes avec et par leurs chefs. L'oubli de ce principe conduit à des mécomptes, parfois même à des catastrophes. « Citez-moi, dit M. Van Kol, un seul exemple, depuis des siècles, d'un gouvernement européen qui ait réussi, même en apparence, à assimiler une colonie qu'il a administrée, et je suis prêt à me déclarer vaincu. Partout, au contraire, où l'on a gardé les administrations indigènes, on a réussi. »

M. Arthur Girault, professeur à la Faculté de Droit de Poitiers, s'est occupé, dans un Rapport très documenté, de la condition des indigènes au point de vue de la législation civile et criminelle et de la distribution de la justice. « Les nations colonisatrices, a-t-il dit, doivent respecter la double organisation de la famille et de la propriété à laquelle les indigènes sont habitués et attachés ; ce n'est jamais impunément qu'on entreprend de bouleverser cette organisation. Il faut aussi en principe maintenir les juridictions indigènes sauf en matière pénale, où le soin de rendre la justice doit être confié aux autorités européennes. La séparation des autorités administrative et judiciaire, qui apparaît aux Européens comme une base essentielle des libertés publiques, n'est pas désirable aux colonies, et y offre, au contraire, des inconvénients de plus d'un genre ; aux yeux de l'indigène, c'est une chinoiserie pure, un émiettement incompréhensible du pouvoir ; il ne comprend pas que celui-là qui commande ne puisse pas réprimer ».

Le Congrès, à une faible majorité, il est vrai, s'est refusé à suivre sur ce dernier point M. Girault ; à notre avis, c'est le Congrès qui a eu tort.

M. de Saussure, auteur d'un intéressant ouvrage sur la *Psychologie de la colonisation française*, a rédigé un Rapport très philosophique sur la condition morale des indigènes et les moyens auxquels il convient d'avoir recours pour élever leur niveau. Il a condamné la doctrine de l'assimilation, qui pousse au prosélytisme de la langue, de la morale et des institutions. L'éducation est, pour M. de Saussure, l'art de développer et d'utiliser les facultés héréditaires en vue des fonctions

qu'elles auront à remplir dans le milieu auquel elles sont destinées. « Quel que soit le milieu social, a-t-il dit, quel que soit son degré d'évolution, au lieu de le bouleverser, au lieu de chercher à le faire entrer artificiellement dans les cadres de notre civilisation, nous devons chercher à le développer, à utiliser ce qui existe et nous garder de détruire systématiquement ce que nous ne pouvons remplacer efficacement. »

Le Rapport de M. de Saussure constituant, à certains égards, un réquisitoire contre la politique coloniale de la France, M. J. Chailley-Bert a très justement relevé ce qu'il contenait d'excessif à ce sujet ; il a montré que la France a pu, en effet, être séduite autrefois par l'idée d'assimilation, mais qu'elle s'est ressaisie depuis lors, qu'elle n'a pas persévéré dans ses anciennes méthodes, et qu'elle marche vers une colonisation rationnelle et scientifique, tenant compte du milieu et des races, sachant, par exemple, qu'on ne peut prétendre par l'école transformer un peuple en une génération, parce que, selon un mot célèbre, l'humanité se compose de plus de morts que de vivants.

Nous avons insisté sur ces trois Rapports de MM. Van Kol, A. Girault et de Saussure, qui nous ont paru les plus importants. Il faut y joindre un Rapport de M. le Dr Georges Treille sur les moyens propres à assurer la conservation des races indigènes et à prévenir leur dégénérescence physique ; ici, tout le monde est d'accord sur les grandes lignes, notamment sur la lutte contre l'alcoolisme, les mesures contre la lèpre et les épidémies.

Il y aurait, au contraire, bien des réserves à faire sur les conclusions de M. Alexander, qui proposait d'accorder aux indigènes la liberté de réunion et la liberté de la presse, conclusions que n'a, d'ailleurs, pas ratifiées le Congrès, et sur celles de M. Nouet, qui a demandé la suppression de la corvée sans trop indiquer par quoi on la remplacerait.

Les mémoires et communications individuelles, qui occupent le tome II du Congrès, sont, si l'on en excepte les documents communiqués par le Gouvernement portugais sur la situation des indigènes de ses colonies, sans grande importance, quelques-uns même tout à fait dépourvus d'intérêt.

Le Congrès a décidé qu'il serait périodique ; la Commission permanente qu'il a constituée devra seulement prendre garde de borner sa tâche à préparer les travaux du prochain Congrès, ainsi qu'elle en a reçu la mission.

La véritable conclusion nous est fournie par l'un des hommes qui ont le plus fait pour notre renaissance coloniale : « Concilier les intérêts des colons avec les intérêts matériels des indigènes, a dit M. Chailley-Bert, telle est la noble cause qui doit être le but de la politique coloniale. » Le Congrès international de Sociologie coloniale a très bien fait de s'occuper des indigènes ; il ne devra pas oublier cependant que la colonisation suppose des colons. A. B.

La Revue d'Asie. — Nous avons plaisir à annoncer l'apparition toute prochaine d'un recueil bimensuel consacré aux questions d'Asie. La *Revue d'Asie*, — c'est le titre de la nouvelle publication, — exposera, selon les indications de l'actualité, les questions économiques et politiques relatives aux pays asiatiques, spécialement celles où se trouvent engagés les intérêts économiques ou politiques de notre pays.

La *Revue d'Asie* est dirigée par M. Maurice Gandolphe. Le premier numéro, qui paraît aujourd'hui même, contient un article de M. Anatole Leroy-Beaulieu sur l'Asie, des « Opinions », de M. Stéphane Pichon sur le rôle politique de Liong Shun et des notes de M. Roger Max sur les Beaux-Arts à la prochaine Exposition de Hanoi.

LES CARBURES MÉTALLIQUES¹

Dans la Métallurgie et la Céramique, l'industriel, depuis des milliers d'années, a utilisé de hautes températures pour obtenir des métaux, des verres et des terres cuites. Ces températures élevées étaient produites par la combustion du bois ou du charbon. Plus tard, les savants et les curieux de nouveaux phénomènes ont concentré la chaleur solaire au moyen des miroirs et des verres ardents pour réaliser quelques expériences intéressantes. Il y a deux siècles, l'importance de l'action de la chaleur dans les différentes réactions était si bien appréciée qu'elle a servi de base à la théorie du phlogistique de Sthal. Et, lorsque la Chimie s'est constituée à l'état de science, les idées de Lavoisier sur la combustion ont été le point de départ de cette profonde transformation.

L'emploi du chalumeau à hydrogène et à oxygène permit à Robert Hare², en 1802, d'obtenir des températures plus élevées que celles des fours industriels les plus puissants et de réaliser en petit plusieurs expériences très curieuses, telles que la fusion du platine et la volatilisation de la silice. On sait quelle heureuse application Deville et Debray firent plus tard du chalumeau à hydrogène pour l'étude de la métallurgie des métaux du platine³.

Mais la plus importante des découvertes réalisées sur ce sujet, dans le siècle dernier, fut celle de la dissociation faite par Henri Sainte-Claire Deville⁴. Après un grand nombre d'études et de recherches heureusement poursuivies sur ce sujet, on comprit mieux l'action de la chaleur, et, dans un certain nombre de cas simples, on put en établir les lois.

Enfin, la question du chauffage des fours ordinaires, après de grandes discussions, a été fixée comme pratique et comme théorie par les travaux d'Ebelen⁵ et les belles recherches de Siemens⁶.

A chacune de ces étapes correspond un ensemble

de découvertes, soit que l'étude d'un certain nombre de réactions fût poussée plus loin, soit que de nouveaux composés vissent enrichir la Science et finalement l'Industrie.

Mais le chalumeau à oxygène et à hydrogène ne permet d'atteindre qu'une température de 4.800°. Le point de fusion du platine, mesuré par M. Violle⁷, est de 4.775°. Il était utile d'étudier nos réactions chimiques au delà de cette température.

Déjà, différents chercheurs parmi les savants et les industriels avaient tenté d'utiliser la température élevée de l'arc électrique, découvert il y a bientôt un siècle par Humphry Davy. Mais ces essais ne pouvaient être poursuivis avec succès avant la mise au point de la machine dynamo-électrique. La découverte de Gramme et le perfectionnement continu des dynamos mettaient enfin dans la main des chimistes une source puissante de courant électrique qu'il était facile de transformer en chaleur.

Par une coïncidence assez curieuse, notre Science a pu, en quelques années, reculer les frontières connues de la chaleur et du froid. Après les expériences si importantes de M. Cailletet⁸, qui ont servi de point de départ à ces nouvelles études, après les recherches originales de Raoul Pictet, d'Olszewski, de Wroblewski, M. Dewar⁹ a pu obtenir l'hydrogène liquide à l'état statique et, par l'ébullition de ce dernier, descendre à la température la plus basse obtenue jusqu'ici, celle de la solidification de l'hydrogène — 252,5, c'est-à-dire 20°5 au-dessous du 0 absolu. L'échelle maniable de nos températures s'est donc considérablement agrandie.

Moins heureux que M. Dewar, nous n'avons pu, dans la longue série d'expériences que nous avons exécutées au moyen du four électrique, déterminer d'une façon exacte à quelle limite extrême de température nous étions parvenu.

A la suite d'expériences délicates, M. Violle⁴ a donné comme point de volatilisation du carbone la température de 3.500°. Mais, ainsi que nous le démontrerons plus loin, la température de l'arc grandit avec l'intensité du courant, et la question de la mesure de ces températures élevées exige de nouvelles recherches. Pour fixer dès lors les con-

¹ Cet article est la mise au point et le développement d'une conférence non publiée donnée l'an dernier au Congrès international de Chimie.

² ROBERT HARE : Mémoire on the supply and application of the Blow-pipe (1802). *Phil. Mag.*, XIV, p. 238-243, 298-306. *Ann. de Chim.*, 1802, t. XLV, p. 113-138.

³ H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE et DEBRAY : Du platine et des métaux qui l'accompagnent. *Ann. de Chim. et de Phys.* (3), t. LVI, p. 385-496.

⁴ H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE : De la dissociation ou décomposition spontanée des corps sous l'influence de la chaleur (1857). *C. R.*, t. XLIII, p. 857.

⁵ EBELMEN : Recherches sur la production et l'emploi des gaz combustibles dans les arts métallurgiques (1843). *Ann. des Mines*, t. III, p. 207-263.

⁶ CHARLES-WILLIAM SIEMENS : On a regenerative gas furnace, as applied to glass house, puddling, heating, etc. (1862). *Chemical News*, t. VI, p. 19-20, 33-35.

⁷ VIOLLE : Chaleur spécifique et chaleur de fusion du platine (1877). *C. R.*, t. LXXXV, p. 343-346.

⁸ CAILLETET : Sur la condensation des gaz réputés incoercibles (1877). *C. R.*, t. LXXXV, p. 1270-1271.

⁹ DEWAR : Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium (1898). *C. R.*, t. CXXVI, p. 1408.

⁴ VIOLLE : Sur la température de l'arc électrique (1892). *C. R.*, t. CXV, p. 1273 et t. CXIX, p. 949.

ditions de nos essais, nous avons indiqué avec soin le voltage et l'ampérage du courant et la durée de l'expérience. Le diamètre des électrodes et la capacité du four avaient été établis au préalable et restaient constants.

Tout d'abord, nous avons reconnu qu'à la température de notre four électrique, les oxydes métalliques regardés jusqu'à présent comme irréductibles sont facilement décomposés. De même, des réactions, qui étaient limitées aux plus hautes températures de nos fourneaux ordinaires, sont devenues totales. Un grand nombre de nos corps composés ont été dissociés à ces températures élevées, et, par contre, de nouvelles séries de combinaisons définies et cristallisées ont été obtenues. Nous avons préparé ainsi des composés inconnus, présentant une grande stabilité, tels que les carbures, les borures et les siliciures. La plupart de ces nouveaux composés binaires peuvent aussi être détruits en tout ou en partie si nous augmentons l'intensité du courant, c'est-à-dire la température.

Quelques-uns de ces carbures nous présenteront une gamme bien nette de dissociation. Nous retrouvons ainsi, aux environs de 3.000°, les mêmes lois générales qui régissent la décomposition des corps par la chaleur à des températures plus basses.

Lorsque nous avons voulu reproduire le diamant¹, nous avons bien vite reconnu que nos recherches devaient s'étendre et embrasser l'étude des différentes variétés de carbone². Cette question, ainsi généralisée, comprenait un chapitre intéressant, qui était celui de la solubilité du carbone dans les métaux en fusion. Et, comme un certain nombre de ces métaux avaient un point de fusion très élevé, nous avons entrepris des expériences au moyen du chalumeau à gaz oxygène et hydrogène.

Dans ces conditions, la fusion du métal en présence d'un excès de charbon se produit dans une atmosphère riche en vapeur d'eau, c'est-à-dire oxydante. D'autre part, la combustion du charbon et la vapeur de carbone fournissent un milieu réducteur. De telle sorte que, si l'on n'atteint pas une température constante, il est impossible d'obtenir un équilibre défini entre ces différentes réactions.

De plus, on n'arrive pas, dans ces conditions, à des réactions complètes, et les résultats sont variables d'une expérience à l'autre. C'est pour obvier en partie à ces inconvénients que nous avons imaginé notre four électrique.

Avec cet appareil, nous opérons dans une atmosphère réductrice, et, si l'on utilise un courant assez intense, on obtient très rapidement une température constante, qui est celle de l'ébullition de la chaux vive. Au contraire, si l'on place la substance à étudier très près de l'arc, c'est-à-dire du conducteur gazeux de vapeur de carbone qui réunit les électrodes, la température s'élève avec l'intensité du courant. Une réaction chimique va nous le démontrer.

Avec un courant de 100 ampères sous 50 volts, la réduction de l'acide titanique par le charbon fournit un oxyde de couleur bleu indigo. Avec 300 ampères et 70 volts, on obtient une masse fondue d'azoture jaune, tandis que la haute température d'un arc de 1.200 ampères sous 70 volts donne un carbure de titane exempt d'azote.

Avec un courant aussi intense, l'azoture de titane ne peut plus se former; sa dissociation par la chaleur est complète et le carbure seul peut subsister.

Nous rencontrerons, en poursuivant cette étude, d'autres exemples de combinaison, puis de décomposition sous l'action d'un arc électrique de plus en plus intense.

I — HISTORIQUE.

Jusqu'à ces dernières années, la chimie des carbures métalliques était très sommaire.

Nous devons rappeler tout d'abord que, en 1827, Thénard¹ n'indique dans son *Traité de Chimie*, comme composés du carbone et des métaux, que les carbures de fer, qui, d'après lui, comprennent surtout l'acier et le graphite. En 1826, Edmond Davy avait signalé, dans la préparation du potassium, sans qu'on y attachât une grande importance, la formation d'un composé noir qui se détruisait en présence de l'eau, en fournissant un nouveau carbure d'hydrogène.

Nous arrivons maintenant aux recherches de Hare². Ce chimiste a chauffé, en 1839, sous l'action d'un arc fourni par la pile électrique, un mélange de sucre et de carbonate, d'oxyde ou de nitrate de calcium. Il annonça avoir obtenu un carbure de calcium, bon conducteur de l'électricité qui, frotté sur le biscuit de porcelaine, prenait l'aspect de la plombagine, et qui était inattaquable par l'acide acétique et l'acide chlorhydrique. Ces propriétés rapprochent plutôt le produit de Hare du graphite que du carbure de calcium. Il n'en a pas donné l'analyse.

Beaucoup plus tard, Gerhardt et Cahours³

¹ MOISSAN : Sur la préparation du carbone sous une forte pression (1893). *C. R.*, t. CXVI, p. 218.

² MOISSAN : Recherches sur les différentes variétés de carbone. *Ann de Chim. et de Phys.* (1896), (7), t. VIII, p. 240-289; 289-306 · 466-559.

¹ THÉNARD : *Traité de chimie* (1827).

² HARE : *Proceedings of the philosophical Society*, 1839 et *l'Institut*, du 10 septembre 1840, n° 350, p. 310.

³ GERHARDT et CAHOURS : Recherches chimiques sur les

signalèrent la formation d'un carbure d'argent CAg, préparé sous forme d'une poudre noire amorphe par la calcination du cuminate d'argent.

En 1861, la question s'élargit au moment où M. Berthelot publie son étude magistrale de l'acétylène et des acétylures¹. Ce savant découvre l'acétylure de cuivre; en le décomposant par l'acide chlorhydrique, il obtient l'acétylène pur, et, en chauffant dans ce gaz un métal alcalin, il prépare² les composés métalliques carburés C²HNa et C²Na². Cette dernière expérience est toujours accompagnée d'une polymérisation partielle de l'acétylène, et il se produit en même temps un dépôt noir de charbon.

Peu de temps, après le début des recherches de M. Berthelot, Wœhler indiqua la première réaction chimique pouvant produire du carbure de calcium. En chauffant l'alliage de zinc et de calcium préparé par Caron, dans une brasque de charbon, il obtint une masse pulvérulente noire renfermant un excès de charbon qui, au contact de l'eau froide, dégagait un mélange de différents gaz. Parmi ceux-ci, Wœhler a caractérisé qualitativement l'acétylène. L'analyse complète du mélange gazeux n'a pas été faite et le carbure de calcium n'a pas été analysé.

MM. Troost et Hautefeuille³ ont indiqué, de leur côté, la préparation d'un carbure de manganèse fondu CMn³, sans étudier longuement ses propriétés et sans parler de sa décomposition par l'eau.

Enfin, nous devons rappeler aussi le bel ensemble de recherches publiées sur le rôle du carbone dans les fontes et les aciers. A la suite d'un grand nombre de travaux, parmi lesquels nous tenons à citer ceux de Sir F. Abel, de Deering, de Muller, d'Osmond et Wœrth (1885), d'Arnolds et Read (1894), de Mylius, Fœrster et Schweng (1896), qui est un modèle de patientes recherches et d'habileté expérimentale, ceux de Campbell (1896), de Juptner (1896), on est arrivé à retirer de l'acier recuit ou fondu un carbure cristallisé nettement défini, de formule CFe³.

II. — CARBURES MÉTALLIQUES.

Tel était l'historique de la question au moment où nous avons commencé nos recherches. Tous les

huiles essentielles, *Ann. de Chim. et de Phys.* (1840) (3), t. 1, p. 76.

¹ BERTHELOT : Synthèse de l'acétylène par la combinaison directe du carbone avec l'hydrogène (1861). *C. R.*, t. LIV, p. 640 et 1042; et Recherches sur l'acétylène (1863). *Ann. de Chim. et de Phys.* (3), t. LXXVII, p. 52.

² BERTHELOT : Sur une nouvelle classe de radicaux métalliques composés (1866). *Ann. de Chim. et de Phys.* (4), t. IX, p. 385.

³ TROOST et HAUTEFEUILLE : Étude calorimétrique sur les

chimistes, à cette époque, savaient que certains oxydes étaient irréductibles par le charbon, et il était logique de penser que, par une élévation plus grande de température, la réaction deviendrait possible, et que l'on préparerait ainsi certains métaux. Il n'en est rien cependant, et nous allons démontrer que les oxydes chauffés avec du charbon à haute température ne fournissent le plus souvent que le composé binaire du métal avec le carbone stable à la température à laquelle on opère.

Ces nouveaux composés, ces carbures métalliques, que l'on prépare et étudie facilement au laboratoire, peuvent se diviser en deux grandes classes : La première renferme les carbures non décomposables par l'eau; ce sont les suivants :

Carbure de fer	CFe ³
— de chrome	C ² Cr ³
— — — — —	CCr ⁴
— de molybdène	CMo ³
— de tungstène	CTu
— — — — —	CTu ²
— de vanadium	CVa
— de zirconium	CZr
— de titane	CTi

La deuxième famille contient les carbures décomposables par l'eau froide, tels que vous les voyez groupés dans ce tableau :

Carbure de lithium	C ² Li ²
— de potassium	C ² K ²
— de sodium	C ² Na ²
— de calcium	C ² Ca
— de strontium	C ² Sr
— de baryum	C ² Ba
— de cérium	C ² Ce
— de lanthane	C ² La
— de praséodyme	C ² Pr
— de néodyme	C ² Nd
— de samarium	C ² Sm
— d'yttrium	C ² Y
— de thorium	C ² Th
— d'aluminium	C ³ Al ¹
— de glucinium	CGl ²
— de manganèse	CMn ³
— d'uranium	C ³ U ²

§ 1. — Carbures non décomposables par l'eau.

Parmi les carbures stables en présence de l'eau, nous donnerons quelques détails sur les plus importants.

1. *Carbure de fer.* — Le carbure de fer CFe³, dont l'existence dans l'acier a été nettement établie par de nombreux savants, peut se préparer avec facilité au four électrique¹. Nous avons déjà fait remarquer que, en chauffant, dans notre four électrique, du fer doux avec un excès de charbon de sucre, la solubilité du carbone augmente nette-

carbures, les siliciures et les borures de fer et de manganèse (1876). *Ann. de Chim. et de Phys.*, (5), t. IX, p. 56.

¹ MOISSAN : Préparation du carbure de fer par union directe du métal et du carbone (1897). *C. R.*, t. CXXIV, p. 716-722.

ment avec la température, et, résultat inattendu, lorsque le creuset de charbon est très fortement chauffé, la fonte devient visqueuse. Il est alors possible de retourner le creuset, sans rien laisser écouler, mais quelques instants plus tard, grâce au refroidissement, la fonte ne tarde pas à reprendre toute sa fluidité. Lorsque cette fonte se refroidit lentement à l'air, elle ne renferme après l'expérience que du graphite et 1 % de carbone combiné. Il en est tout autrement si l'on refroidit avec rapidité cette fonte dans l'eau. On réalise facilement l'expérience à l'aide d'un creuset contenant environ 300 grammes de fer chauffé au four électrique, en présence d'un excès de charbon de sucre, avec un courant de 1.200 ampères sous 60 volts. Après huit minutes de marche, lorsque la distillation du fer commence à se produire, on ouvre le four et le creuset est plongé dans l'eau froide. Une violente ébullition se fait aussitôt; il y a dissociation de l'eau et dégagement d'hydrogène que l'on voit brûler avec une flamme peu éclairante. Nous avons ici à envisager deux phénomènes : ou bien la résistance intérieure du culot métallique a été suffisante pour permettre à la partie encore liquide d'augmenter de pression en passant de l'état liquide à l'état solide, et, dans ce cas, il se produit du diamant. Ou bien, la partie extérieure, qui est la première refroidie, s'est craquelée, la fonte liquide intérieure est sortie par les craquelures, il n'y a pas eu de pression et toute la masse après refroidissement présente une cassure nettement cristalline. Dans ce deuxième cas, le culot est presque entièrement formé de carbure CFe^3 , carbure très bien cristallisé que l'on sépare avec facilité en traitant la masse par un acide étendu.

Les cristaux de carbure de fer sont très brillants, mais très oxydables. Ils sont lavés rapidement à l'alcool, puis à l'éther, et enfin séchés dans le vide. Leur densité est de 7,07. Ils ne sont pas attaqués par l'oxygène sec à la température ordinaire; mais, réduits en poudre, ils prennent feu dans l'air à $+150^\circ$ et brûlent avec éclat dans l'oxygène à la même température. L'acide azotique monohydraté ne les attaque pas. Chauffés en tube scellé avec de l'eau pure ou saturée de chlorure de sodium à la température de $+150^\circ$, ils ne produisent aucune décomposition. Il n'y a pas formation de carbures d'hydrogène liquides ou gazeux. Le carbure de fer est relativement stable.

En résumé, cette nouvelle préparation du carbure de fer nous a semblé assez curieuse. Lorsque l'on chauffe du fer pur et du charbon de sucre à la haute température du four électrique, puis qu'on laisse refroidir lentement le creuset, on ne trouve dans le métal qu'une très petite quantité de carbone combiné, comme nous l'avons fait remarquer précédemment. On obtient ainsi une fonte grise

solidifiable vers 1.150° . Si le métal, à une température de 1.300° à 1.400° , est coulé dans une lingotière, il renferme, après refroidissement, du graphite et une quantité plus grande de carbone combiné : c'est la fonte blanche. Enfin, si l'on refroidit brusquement dans l'eau le fer saturé de carbone à 3.000° , il se produit dans le métal une abondante cristallisation et l'on peut en séparer un carbure cristallisé et défini de formule CFe^3 . Ce carbure est identique à celui de l'acier.

Tous ces faits peuvent s'expliquer simplement en admettant que le carbure de fer peut se former à une température très élevée, puis se décomposer progressivement par une diminution de température. On en retrouve une notable quantité dans l'acier dont le point de fusion est élevé, un peu moins dans la fonte blanche et très peu dans la fonte grise. Dans toutes nos expériences, nous n'avons envisagé que la formation du carbure dans le métal liquide.

2. *Carbures de chrome.* — Adressons-nous maintenant à un autre métal, le chrome, que nous pouvons préparer en grande quantité sous forme de fonte au moyen du four électrique.

Le chrome, chauffé en présence de charbon, peut donner naissance à deux carbures C^2Cr^1 et C^1Cr^1 (1).

Le premier se présente en aiguilles brillantes mordorées, qui se rencontrent souvent à la surface des lingots de fonte de chrome. Le deuxième est formé de lamelles brillantes, qui se produisent lorsque l'on chauffe le chrome en présence d'un excès de charbon. Ces deux carbures, très stables, à peu près inattaquables par les acides, possèdent une grande dureté. Nous ne nous arrêterons pas aux propriétés de ces différents composés dont l'étude chimique a été faite par nous d'une manière aussi complète que possible, mais nous tenons surtout à établir les relations qui les relient les uns aux autres. Nous rappellerons que ces carbures peuvent être affinés au four électrique et fournir un métal pur dont les propriétés sont toute nouvelles, car il est très malléable, il peut se limer avec facilité, prendre le poli du fer et ne rayer même pas le verre.

3. *Carbure de molybdène.* — Le carbure de molybdène CMo^3 , qui se prépare au four électrique en chauffant le molybdène avec un excès de charbon, se présente en petits prismes allongés très brillants, attaquables par l'acide nitrique.

4. *Carbure de tungstène.* — Le tungstène nous a donné deux carbures métalliques. Le premier,

¹ MOISSAN : Nouvelles recherches sur le chrome (1894), C. R. t. CXIX, p. 185-191.

CTu² nous l'avons obtenu au four électrique en maintenant le tungstène liquide en présence d'un excès de charbon¹. Le second a été préparé dans notre laboratoire par M. Williams² en faisant agir le carbone sur un mélange de fer et de tungstène toujours au four électrique. Dans cette dernière préparation, on obtient des cristaux cubiques, et ce carbure CTu peut se former parce que l'addition du fer au tungstène abaisse le point de fusion du métal. En résumé, le composé CTu se produit à une température plus basse que le composé CTu². Et lorsqu'on chauffe fortement au four électrique le carbure CTu, il donne le composé CTu³ en abandonnant du carbone.

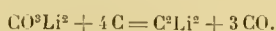
5. *Carbures doubles.* — Nous devons rappeler aussi que M. Williams³ a obtenu le premier des carbures doubles tels que : CFe³. CMO² — CFe³. 3 C²Cr³, etc., etc., dont quelques-uns ont été retrouvés par MM. Carnot et Goutal⁴ dans les aciers et les ferrochromes, auxquels ils donnent des qualités spéciales.

Dans cette série se trouvent les carbures de vanadium, de titane, de zirconium⁵, qui ont pour formule générale CM, qui sont très bien cristallisés et possèdent une stabilité remarquable. Ils se préparent tous les trois au four électrique par union directe des éléments et possèdent une propriété physique importante : leur grande dureté.

§ 2. — Carbures décomposables par l'eau froide.

Les carbures de la deuxième classe, c'est-à-dire ceux qui sont décomposables par l'eau froide, présentent aussi des propriétés curieuses.

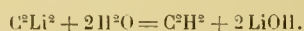
1. *Carbure de lithium.* — Nous avons pu préparer le carbure de lithium C²Li² par l'action du carbone sur le carbonate de lithine au four électrique⁶. Nous obtenons ainsi un corps transparent parfaitement cristallisé, à réactions énergiques :



On remarque tout de suite que sa préparation au four électrique est plus délicate que celle des car-

bures précédemment décrits. Quand on emploie une quantité de carbonate de lithine suffisante et un arc électrique peu intense (400 volts sous 50 ampères), la préparation est assez facile; mais pour peu que la température s'élève rapidement ou que l'expérience soit de trop longue durée, le carbure obtenu est en partie décomposé et le rendement devient très faible.

Le carbure de lithium décompose l'eau froide en donnant du gaz acétylène pur et de l'hydrate de lithine. Un kilogramme de ce composé fournit 587 litres d'acétylène :



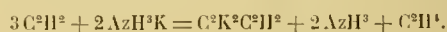
Ce carbure de lithium prend feu à la température ordinaire dans le gaz fluor. Si l'on examine un appareil à fluor en marche, on peut voir qu'en approchant un fragment de carbure du tube de cuivre par lequel le fluor se dégage, il se produit une incandescence très vive.

La même expérience peut également se reproduire avec le chlore. Si l'on prend un tube de verre contenant une nacelle remplie de carbure de lithium à la température du laboratoire, et que l'on fasse arriver dans cet appareil un courant rapide de chlore, tout de suite le carbure est porté au rouge vif. La réaction est violente.

Du reste, nous tenons à faire remarquer en passant que cette expérience est importante et que, par l'action du chlore sur les carbures, nous pouvons préparer avec facilité les chlorures métalliques. Cette réaction est générale.

Nous ajouterons que le carbure de lithium, chauffé vers 300°, prend feu et brûle avec vivacité dans l'oxygène, dans la vapeur de soufre et de sélénium. C'est un réducteur d'une très grande énergie.

2. *Carbure de potassium.* — Passons maintenant à l'étude du carbure de potassium C²K². M. Berthelot en a indiqué l'existence. Il l'obtenait en chauffant du potassium dans une cloche courbe remplie de gaz acétylène. Nous avons pu préparer le même composé, en partant d'un corps cristallisé qui a pour formule C²K².C²H² et que l'on obtient par l'action de l'acétylène sur le potassammonium¹ :



L'expérience peut se faire rapidement. Dans une solution de potassammonium dans le gaz ammoniac liquéfié, l'on amène un courant de gaz acétylène pur à la température de — 40°. On voit alors la couleur bleue disparaître et il se dépose en même temps un composé cristallin qui peut être

¹ MOISSAN : Recherches sur le tungstène (1896). *C. R.*, t. CXXIII, p. 13.

² P. WILLIAMS : Sur la préparation et les propriétés d'un nouveau carbure de tungstène (1898). *C. R.*, t. CXXVI, p. 1722.

³ P. WILLIAMS : Sur un carbone double de fer et de tungstène; et Sur la préparation, les propriétés des carbures doubles de fer et de chrome, de fer et de molybdène (1898). *C. R.*, t. CXXVII, p. 410 et p. 483.

⁴ CARNOT et GOUTAL : Recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques. Carbures doubles de fer et d'autres métaux (1899). *C. R.*, t. CXXVIII, p. 207.

⁵ MOISSAN : *Le Four électrique* (1897), p. 243, 250, 259.

⁶ MOISSAN : Sur le carbure de lithium (1896). *C. R.*, t. CXXII, p. 362.

¹ MOISSAN : Action de l'acétylène sur les métaux ammoniums (1898). *C. R.*, t. CXXVII, p. 911.

dissocié dans le vide à la température ordinaire. Par suite de cette dissociation, il se dégage de l'acétylène et il reste le carbure transparent C^2K^2 . La réaction précédente, qui se produit avec un dégagement régulier d'éthylène C^2H^2 , est un curieux exemple d'hydrogénation de l'acétylène à la température de -40° , sans formation de produits de polymérisation.

Nous ajouterons que, par l'action sur les métaux alcalins du gaz acétylène à froid, ou par l'action de l'acétylène liquéfié avec ou sans pression, nous avons obtenu les composés intermédiaires ou acétylènes sodés et potassés à l'état de pureté C^2K^2 , C^2H^2 et C^2Na^2 , C^2H^2 . L'existence de ces composés avait été déjà indiquée par M. Berthelot.

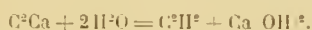
Par élévation de température, ces corps se dissocient; ils fournissent un dégagement d'acétylène et ils laissent comme résidu les carbures C^2K^2 et C^2Na^2 . Si l'on chauffe davantage, ces carbures sont complètement décomposés en carbone et en métal. Ces dernières expériences nous font comprendre pourquoi nous n'avons pu obtenir les carbures alcalins au four électrique.

3. *Carbure de sodium*. — Le même procédé de préparation peut s'appliquer au carbure de sodium C^2Na^2 , carbure indiqué par M. Berthelot et qui peut être obtenu sous forme d'une poudre blanche, en faisant réagir le sodium fondu à basse température sur un excès de gaz acétylène sec (Matignon, 1897¹).

4. *Carbures alcalino-terreux*. — Nous arrivons maintenant aux carbures alcalino-terreux². Nous avons insisté précédemment sur les curieuses expériences de Wöhler³. En 1892, M. Maquenne⁴, en réduisant le carbonate de baryte par le magnésium, a obtenu, mélangé à un excès de magnésie, un carbure de baryum impur qui, en présence de l'eau, dégageait de l'acétylène ne renfermant que 3 à 7 % d'hydrogène. En 1893, M. Travers, en faisant réagir le sodium sur un mélange de chlorure de calcium et de charbon, avait obtenu une masse grise contenant environ 16 % de carbure de calcium décomposable par l'eau. Dès le début de nos recherches au four électrique, en étudiant la fusion et la volatilisation de la chaux, nous avons remarqué la formation d'un carbure de calcium fusible à haute

température. Voici ce que nous écrivions à ce sujet, le 12 décembre 1892, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*: « Si la température atteint 3.000° , la matière même du four, la chaux vive, fond et coule comme de l'eau. A cette température, le charbon réduit avec rapidité l'oxyde de calcium, et le métal se dégage en abondance; il s'unit avec facilité au charbon des électrodes, pour former un carbure de calcium, liquide au rouge, qu'il est facile de recueillir. »

Dans cette Note, nous indiquions donc nettement, pour la première fois, la formation du carbure de calcium au four électrique par l'action du charbon sur l'oxyde de calcium. En 1894, nous complétions cette étude, et nous publions les propriétés de ce carbure de calcium cristallisé. Le produit ainsi préparé avait une apparence mordorée, une couleur foncée et une densité de 2,2. Sa propriété caractéristique était de se décomposer complètement, en présence de l'eau froide, en produisant de l'hydrate de chaux et un dégagement tumultueux d'acétylène :



Ce fut surtout cette réaction qui attira l'attention, et, comme le gaz acétylène possède un pouvoir éclairant très grand, cette préparation en quelques années devint rapidement industrielle⁵. Cependant, d'autres propriétés du carbure de calcium méritent de fixer l'attention.

Dès nos premières recherches, nous avons indiqué les propriétés réductrices du carbure de calcium au moyen des expériences suivantes. Nous plaçons du carbure de calcium au contact d'acide chromique en fusion, et l'on voit tout de suite se produire une incandescence très vive et en même temps de l'acide carbonique se dégager.

Si nous projetons maintenant un petit fragment de carbure sur du chlorate de potassium en fusion, le carbure est porté au rouge et la décomposition se produit avec un grand dégagement de chaleur.

Voici un autre exemple. Nous avons disposé dans un tube de verre un mélange en poudre grossière de bioxyde de plomb et de carbure de calcium. Nous chauffons ce mélange. Aussitôt la réduction se fait avec mise en liberté de

¹ MATIGNON : Préparation du carbure de sodium et de l'acétylène monosodé (1897). *C. R.*, t. CXXIV, p. 775.

² Je n'ai voulu traiter dans cette conférence que le côté scientifique des carbures métalliques, et j'ai écarté tout ce qui regarde l'industrie du carbure de calcium.

³ WÖHLER : Préparation de l'acétylène par le carbure de calcium (1862). *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXIV, p. 220.

⁴ MAQUENNE : Sur une nouvelle préparation de l'acétylène (1893). *Ann. de Chim. et de Phys.* (6), t. XXVIII, p. 257-270.

⁵ Cette industrie du carbure de calcium a pris, en peu de temps, un grand développement en France. Jusqu'ici les courants intenses produits par les chutes d'eau n'avaient été utilisés que pour des électrolyses : préparation de l'aluminium et du chlorate de potassium. La fabrication du carbure de calcium a appris aux industriels à manier la haute température fournie par l'arc électrique et les a préparés à poursuivre différentes applications de nos travaux, telles que la préparation au four électrique du chrome, du tungstène, des ferrochromes et des ferrosiliciums. Nous sommes heureux de reconnaître que nos recherches scientifiques ont ouvert la voie à une métallurgie nouvelle.

chaleur, car le tube de verre fond en quelques instants.

Pour bien montrer que ces réactions peuvent être très énergiques, broyons dans un mortier, à la température ordinaire, un mélange de fluorure de plomb et de carbure de calcium. Dès que le pilon frotte sur les parois du mortier, la masse devient incandescente et est projetée sur la table.

Nous ajouterons que cette réaction du carbure de calcium sur un grand nombre d'oxydes nous a fourni une nouvelle méthode de préparation des carbures inattaquables par l'eau¹.

Enfin, un autre point n'a pas tardé à fixer notre attention. Si le carbure de lithium peut se préparer au four électrique sous la forme d'un composé absolument transparent, il n'y avait pas de raison pour qu'il n'en fût pas de même pour le carbure de calcium. Voici, en effet, un autre mode de préparation de ce carbure, qui va nous donner un composé cristallin et transparent². Nous avons dans un tube en U du calcium, ammonium à la température de -40° et nous condensons à sa surface un excès de gaz ammoniac. Puis, nous faisons arriver, dans ce liquide bleu, un courant d'acétylène pur et sec. On peut remarquer que très rapidement la couleur bleue disparaît; il se dépose aussitôt un corps cristallin incolore qui a pour formule :



Ce composé, par dissociation dans le vide à la température de 100° , laisse une poudre blanche qui a pour formule C^2Ca . C'est le carbure de calcium pur et transparent.

Ce carbure de calcium transparent peut encore être obtenu par union directe au rouge sombre du noir de fumée avec le calcium cristallisé³.

Nous avons préparé de même au four électrique le carbure de strontium C^2Sr et le carbure de baryum C^2Ba . Ces carbures, que l'on peut obtenir cristallisés, ont des propriétés identiques à celles du carbure de calcium.

Nous avons parlé précédemment de la facile décomposition par la chaleur des carbures alcalins. Le phénomène est identique, bien qu'il se produise à une température plus élevée, pour les carbures alcalino-terreux⁴.

¹ MOISSAN : Nouvelle méthode de préparation des carbures par l'action du carbure de calcium sur les oxydes (1897). *C. R.*, t. CXXV, p. 839.

² MOISSAN : Action de l'acétylène sur les métaux ammoniums (1898). *C. R.*, t. CXXVII, p. 911.

³ MOISSAN : Sur la couleur du carbure de calcium (1898). *C. R.*, t. CXXVII, p. 917; et Recherches sur le calcium et ses composés (1899). *Ann. de Chim. et de Phys.* (7), t. XVIII, p. 289.

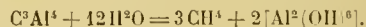
⁴ MOISSAN : Sur les conditions de formation des carbures alcalins, des carbures alcalino-terreux et du carbure de magnésium (1898). *C. R.*, t. CXXVI, p. 302.

Voici, sur ce sujet, des expériences qui nous paraissent concluantes :

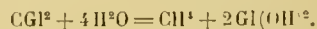
1^o Lorsque nous avons préparé de petites quantités de carbure de calcium avec des courants de 1.200 ampères sous 60 volts, il nous est arrivé, si l'expérience dure dix minutes, d'obtenir un résidu formé de graphite pulvérulent ne contenant plus que des traces de carbure de calcium. Il n'y a pas eu volatilisation du composé, car le carbone sous forme de graphite en poudre est resté dans le creuset. Il est plus vraisemblable de penser que l'on se trouve en présence d'une dissociation du carbure, le calcium distillant avec facilité et le carbone pulvérulent restant comme résidu.

2^o Dans des expériences faites au moyen du tube froid de Deville et qui avaient pour but d'étudier la condensation de la vapeur de carbone, nous n'avons jamais obtenu de condensation de carbure de calcium. Si l'on chauffe, en effet, dans le four électrique, du carbure de calcium fondu, on ne retrouve sur le tube de cuivre traversé par un courant d'eau froide qui se trouve au milieu du four que de la poussière de graphite, de la chaux pulvérulente et du calcium. Ce dernier, au contact de l'eau, dégage de l'hydrogène dont la pureté a été vérifiée par une analyse eudiométrique.

3. *Carbure d'aluminium.* — Le carbure d'aluminium C^2Al^4 se présente en belles lamelles hexagonales transparentes, de couleur jaune, pouvant atteindre un centimètre de diamètre¹. Ce nouveau carbure ne décompose pas l'eau froide brusquement comme les carbures alcalins et alcalino-terreux, mais il la décompose lentement et d'une façon continue; il se produit de l'alumine hydratée et un gaz qui est du méthane pur. Nous avons analysé le gaz par combustion eudiométrique, nous en avons pris la densité, et, de plus, nous avons établi la formule de sa décomposition par l'eau en partant d'un poids déterminé de ce carbure :



Le carbure d'aluminium, comme les précédents, se prépare au four électrique par union directe des deux éléments. Par un procédé analogue, M. Lebeau² a pu obtenir le carbure de glucinium, qui lui aussi décompose l'eau froide en produisant de l'hydrate de glucine et du méthane :



Les différents carbures définis et cristallisés que nous avons passés en revue jusqu'ici ne fournissent,

¹ MOISSAN : Préparation du carbure d'aluminium cristallisé (1894). *C. R.*, t. CXIX, p. 16.

² LEBEAU : Sur le carbure de glucinium (1895). *C. R.*, t. CXXI, p. 496.

par leur décomposition en présence de l'eau froide, qu'un seul carbure d'hydrogène, soit l'acétylène, soit le méthane. Nous allons nous trouver maintenant en présence de réactions plus complexes.

6. *Carbure de manganèse.* — Le carbure de manganèse CMn^3 va être obtenu avec facilité et par kilogrammes à la température du four électrique¹. Ce carbure décompose l'eau froide lentement, et, si l'on recueille les gaz qui se produisent, on reconnaît, ainsi que nous l'avons démontré en parlant d'un poids déterminé de ce composé, que la réaction répond à l'équation suivante :



Nous recueillons dès lors un mélange à volumes égaux d'hydrogène et de formène.

7. *Carbure d'uranium.* — Le métal uranium, que nous avons pu préparer en grande quantité au four électrique, et qui est devenu si cher aux physiciens, nous a donné², en présence d'un excès de charbon, un carbure de formule C^3Ur^2 , en prenant $\text{Ur} = 240$. Ce carbure, dont on peut aisément faire une préparation, s'obtient en chauffant au four électrique 500 grammes d'oxyde d'uranium et 60 grammes de charbon.

Le carbure d'uranium est difficile à fondre, et nous devons chauffer pendant dix minutes pour terminer la réaction. On remarquera que l'ampèremètre placé à côté du four indique 1.000 ampères, et le voltmètre 50 volts.

Nous ne nous arrêtons pas aux propriétés curieuses de ce carbure d'uranium; nous ne voulons, pour le moment, que parler de son action sur l'eau froide. Le carbure d'uranium cristallisé décompose lentement l'eau froide, et l'on recueille un mélange gazeux, complexe, un mélange renfermant, tout à la fois, de l'acétylène, de l'éthylène, du méthane et de l'hydrogène.

Si maintenant, après avoir fait l'analyse de ce mélange, nous additionnons le carbone de la totalité de ces différents carbures d'hydrogène, nous remarquons tout de suite qu'il nous manque environ les trois quarts du carbone du carbure d'uranium. Eh bien! ce carbone, nous le retrouvons en épuisant par l'éther l'eau au milieu de laquelle la décomposition s'est produite. Ce carbone qui nous manquait est sous forme de carbures liquides et solides, et, si nous faisons une étude qualitative de ces carbures, nous voyons qu'ils contiennent des composés saturés et non saturés.

La décomposition du carbure d'uranium par l'eau froide est donc des plus complexes. Le carbone passe à l'état de carbures d'hydrogène gazeux, liquides et solides, et nous verrons tout à l'heure quel résultat nous pouvons en tirer au point de vue de l'étude de certaines questions géologiques.

Nous ne voulons pas, dans cette rapide étude, entrer dans le détail de toutes ces expériences. Nous tenons néanmoins à rappeler qu'en utilisant cette méthode du four électrique nous avons pu préparer un grand nombre de carbures cristallisés et parfaitement définis.

8. *Carbure de cérium.* — Le carbure de cérium C^2Ce se présente en hexagones jaunes rougeâtres, et il décompose lentement l'eau froide en dégageant un mélange d'acétylène, d'éthylène et de méthane. Il donne aussi en même temps des carbures liquides saturés et non saturés³.

9. *Carbure de lanthane.* — De même, le carbure de lanthane C^2La nous fournira, en présence de l'eau, de l'acétylène, de l'éthylène et du méthane, et les quantités des différents carbures d'hydrogène ainsi obtenues seront voisines pour le lanthane et le cérium.

10. *Carbure d'yttrium.* — Le carbure d'yttrium C^2Y nous donnera toujours en présence de l'eau froide les trois carbures fondamentaux et de l'H.

11. *Carbure de néodyme et de praséodyme.* — Les deux carbures de néodyme et de praséodyme⁴ C^2Ne et C^2Pr dégagent, dans les mêmes conditions, les trois carbures fondamentaux sans hydrogène; il en est de même pour le carbure de samarium⁵ C^2Sa ; enfin, le carbure de thorium⁶ C^2Th nous fournit tout à la fois de l'hydrogène, de l'acétylène, de l'éthylène et du méthane. Et il est à remarquer que, parmi les carbures de la famille de la célite et de l'yttria, la production et la composition des différents carbures d'hydrogène formés restent à peu près les mêmes pour des corps à propriétés similaires.

En résumé, à la haute température du four électrique, un certain nombre de métaux, tels que l'or, le bismuth, l'étain, ne dissolvent pas de carbone.

Le cuivre liquide n'en prend qu'une très petite

¹ MOISSAN : Préparation et propriétés du carbure de cérium (1896). *C. R.*, t. CXXII, p. 357.

² MOISSAN : Préparation et propriétés des carbures de néodyme et de praséodyme (1900). *C. R.*, t. CXXXI, p. 595.

³ MOISSAN : Étude du carbure de samarium (1900). *C. R.*, t. CXXXI, p. 924.

⁴ MOISSAN et ETARD : Sur les carbures d'yttrium et de thorium (1896). *C. R.*, t. CXXII, p. 573.

¹ MOISSAN : Sur le carbure de manganèse (1896). *C. R.*, t. CXXII, p. 421.

² MOISSAN : Étude du carbure d'uranium (1896). *C. R.*, t. CXXII, p. 274.

quantité, suffisante déjà pour changer ses propriétés et modifier sa malléabilité.

L'argent, à sa température d'ébullition, dissout une petite quantité de charbon, dont il abandonne ensuite la plus grande partie, par refroidissement, sous forme de graphite.

Cette fonte d'argent, obtenue à très haute température, présente une propriété curieuse : celle d'augmenter de volume en passant de l'état liquide à l'état solide. Ce phénomène est analogue à celui que nous rencontrons avec le fer.

L'argent et le fer purs diminuent de volume en passant de l'état liquide à l'état solide. Au contraire, la fonte de fer et la fonte d'argent, dans les mêmes conditions, augmentent de volume.

L'aluminium possède des propriétés identiques.

Les métaux du platine, à leur température d'ébullition, dissolvent le carbone avec facilité et l'abandonnent sous forme de graphite avant leur solidification. Ce graphite est foisonnant¹.

Un grand nombre de métaux vont, au contraire, à la température du four électrique, produire des composés définis et cristallisés, les carbures métalliques.

Nous avons pu préparer ces carbures par trois méthodes différentes :

1° Par la réduction des oxydes par un excès de charbon et par l'action directe du carbone sur les métaux à la température du four électrique ;

2° Par la réaction du carbure de calcium sur les oxydes et autres composés métalliques ;

3° Pour les métaux alcalins et alcalino-terreux, par l'action de l'acétylène sur les ammoniums correspondants, puis par dissociation de la combinaison ammoniacale ainsi obtenue.

III. — NOUVELLE THÉORIE DE LA FORMATION DES PÉTROLES.

Un fait général se dégage des nombreuses recherches que nous avons entreprises au four électrique. Les composés qui se produisent à haute température sont toujours de formule très simple, et, le plus souvent, il n'existe qu'une seule combinaison.

La réaction qui nous a paru la plus curieuse dans ces recherches est la production facile de carbures d'hydrogène gazeux, liquides ou solides, par l'action de l'eau froide sur certains de ces carbures métalliques. Il nous a semblé que ces études pouvaient présenter quelque intérêt pour les géologues.

Les dégagements de méthane, plus ou moins pur, qui se rencontrent dans certains terrains et qui

durent depuis des siècles, semblent bien avoir pour origine l'action de l'eau sur le carbure d'aluminium.

Une réaction du même ordre peut expliquer la formation des carbures liquides.

On sait que les théories relatives à la formation des pétroles sont les suivantes : 1° production par la décomposition de matières organiques, animales ou végétales; 2° formation des pétroles par réaction purement chimique; théorie émise pour la première fois par M. Berthelot, en 1866, et qui a fait le sujet d'une intéressante publication de M. Mendeleef; 3° production de pétroles par suite de phénomènes volcaniques, hypothèse indiquée par de Humboldt dès 1804. Enfin, nous devons ajouter qu'en traitant par une solution d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique des fontes et des ferro-manganèses, Cloez, en 1874, a obtenu des carbures d'hydrogène semblables à ceux que Pelouze et Cahours avaient retirés des pétroles de Pennsylvanie.

En partant de 4 kilogrammes de carbure d'uranium, qui ont été décomposés par l'eau froide, nous avons préparé, dans une seule expérience, plus de 100 grammes de carbures liquides.

Le mélange ainsi obtenu est formé, en grande partie, de carbures éthyléniques et, en petite quantité, de carbures acétyléniques et de carbures saturés. Ces carbures prennent naissance en présence d'une forte proportion de méthane et d'hydrogène à la pression et à la température ordinaires, ce qui nous amène à penser que, quand la décomposition se fera à une température plus élevée, il ne se produira que des carbures saturés analogues aux pétroles.

M. Berthelot, en effet, a établi que la fixation directe de l'hydrogène sur un carbure non saturé pouvait être produite par l'action seule de la chaleur.

L'existence de ces nouveaux carbures métalliques, destructibles par l'eau, peut donc modifier les idées théoriques qui ont été données jusqu'ici pour expliquer la formation des pétroles.

Il est bien certain que nous devons nous mettre en garde contre des généralisations trop hâtives.

Vraisemblablement, il existe des pétroles d'origines différentes. A Autun, par exemple, les schistes bitumineux paraissent avoir été produits par la décomposition de matières organiques.

Au contraire, dans la Limagne, l'asphalte imprègne toutes les fissures du calcaire d'eau douce aquitanien, qui est bien pauvre en fossiles. Cet asphalte est en relation directe avec les tufs de pépélite (tufs basaltiques), par conséquent en relation évidente avec les éruptions volcaniques de la Limagne.

¹ MOISSAN : Préparation au four électrique de graphites foisonnants (1895). *C. R.*, t. CXX, p. 17.

Un sondage récent, fait à Riom, à 1.200 mètres de profondeur, a produit l'écoulement de quelques litres de pétrole. La formation de ce carbure liquide pourrait, dans ce terrain, être attribuée à l'action de l'eau sur les carbures métalliques.

Nous avons démontré, à propos du carbure de calcium, dans quelles conditions ce composé peut se brûler et donner de l'acide carbonique.

Il est vraisemblable que, dans les premières périodes géologiques de la Terre, la presque totalité du carbone se trouvait sous forme de carbures métalliques. Lorsque l'eau est intervenue dans les réactions, les carbures métalliques ont donné des carbures d'hydrogène, et ces derniers, par oxydation, de l'acide carbonique.

On pourrait peut-être trouver un exemple de cette réaction dans les environs de Saint-Nectaire. Les granits, qui forment en cet endroit la bordure du bassin tertiaire, laissent échapper, d'une façon continue et en grande quantité, du gaz acide carbonique.

Nous estimons aussi que certains phénomènes volcaniques pourraient être attribués à l'action de l'eau sur des carbures métalliques facilement décomposables.

Tous les géologues savent que la dernière manifestation d'un centre volcanique consiste dans des émanations carburées très variées, allant de l'asphalte et du pétrole au terme ultime de toute oxydation : à l'acide carbonique.

Un mouvement du sol, mettant en présence l'eau et les carbures métalliques, peut produire un dégagement violent de masses gazeuses. En même temps que la température s'élève, les phénomènes de polymérisation des carbures interviennent pour fournir toute une série de produits complexes.

Les composés hydrogénés du carbone peuvent donc se produire tout d'abord. Les phénomènes d'oxydation apparaissent ensuite et viennent compliquer les réactions. En certains endroits, une fissure volcanique peut agir comme une puissante cheminée d'appel. On sait que la nature des gaz recueillis dans les fumerolles varie suivant que l'appareil volcanique est immergé dans l'océan, ou baigné par l'air atmosphérique. A Santorin, par exemple, M. Fouqué a recueilli de l'hydrogène libre dans les bouches volcaniques immergées, tandis qu'il n'a rencontré que de la vapeur d'eau dans les fissures aériennes.

L'existence de ces carbures métalliques, si faciles à préparer aux hautes températures, et qui, vraisemblablement, doivent se rencontrer dans les masses profondes du globe, permettrait donc d'expliquer, dans quelques cas, la formation des carbures d'hydrogène gazeux, liquides ou solides, et pourrait être la cause de certaines éruptions volcaniques.

IV. — CONCLUSIONS.

Nous ajouterons que le carbone de tous nos composés organiques actuels a dû se trouver originellement combiné aux métaux, sous forme de carbures métalliques. Il est vraisemblable, pour nous, que ce sont ces composés qui peuvent subsister dans les astres à température élevée. Nous ajouterons que, pour cette même période, l'azote devait se rencontrer sous forme d'azotures métalliques, tandis que, vraisemblablement, l'hydrogène existait en grande quantité à l'état de liberté, dans un milieu gazeux complexe, renfermant peu de carbures d'hydrogène. Le four électrique semble bien réaliser les conditions de cette époque géologique reculée.

Enfin, nous pouvons tirer un autre enseignement de ces recherches. Nous avons démontré avec quelle facilité la plupart de ces carbures pouvaient se former en grande quantité, à la haute température du four électrique.

On remarquera, en outre, que certains décomposaient l'eau à la température ordinaire pour produire les carbures d'hydrogène fondamentaux, l'acétylène, le formène et l'éthylène, puis des carbures liquides saturés et non saturés, des carbures solides, en un mot des produits complexes de polymérisation.

Ces dernières réactions sont d'autant plus intéressantes qu'elles se font toutes à froid, et nous savons que les carbures d'hydrogène ainsi formés sont les points de départ de toute la Chimie organique.

Aucune étude n'établit aussi nettement l'étroite liaison qui réunit la Chimie minérale à la Chimie organique, aucun exemple ne démontre mieux l'unité de la Science chimique.

H. Moissan.

de l'Institut.

Professeur de Chimie à la Sorbonne.

LA PESTE A BORD DU "SÉNÉGAL"

UNE QUARANTAINE AU FRIOUL

LECTURE A L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Je crois répondre au désir de l'Académie en venant apporter à cette tribune la relation de l'épidémie de peste qui s'est déclarée récemment à bord du *Sénégal* et nous a obligés, un certain nombre de nos confrères et moi, de subir une quarantaine au lazaret du Frioul.

L'Académie se rappelle l'intéressante communication qui lui a été faite, au mois de mars dernier, par notre collègue M. Proust, au sujet de la peste. Il nous a montré comment cette maladie, qui règne à Bombay depuis 1896, a, par le fait des communications par la navigation à vapeur, disséminé des foyers dans les cinq parties du monde, et devient par là un danger redoutable pour l'Europe. Ce danger est plus grand et menace plus directement la France depuis que le fléau atteint, comme c'est actuellement le cas, des ports de la Méditerranée avec lesquels notre pays est en relations continues.

Mais M. Proust a eu grandement raison quand il a ajouté que ce danger pouvait être conjuré grâce à l'application rigoureuse des mesures sanitaires édictées par les règlements, et qu'il y avait lieu d'espérer que la peste serait facilement éteinte sur place, dès qu'on s'opposerait à la formation de foyers (Séances du 19 et du 26 mars 1901).

Mais les règlements, si bons qu'ils soient, n'ont de valeur et d'efficacité que par la manière dont ils sont appliqués. Or, une assez fâcheuse expérience, à laquelle la Presse a donné un certain retentissement, nous a mis en mesure d'apprécier comment les services sanitaires sont armés pour parer aux dangers d'une invasion de la maladie, et comment sont appliquées les mesures préservatrices prescrites en pareil cas.

Le récit des faits dont nous avons été témoins, je pourrais dire les victimes, permettra à l'Académie de se rendre compte des lacunes regrettables que j'aurai à lui signaler.

I

Tout le monde connaît ici, au moins de réputation, les croisières organisées par M. Olivier, directeur de la *Revue générale des Sciences*, avec un zèle au-dessus de tout éloge, et grâce auxquelles on peut utiliser ses vacances en faisant des voyages aussi instructifs que récréatifs.

Cette année, le programme était des plus attrayants. Il comprenait Rhodes, Chypre, le Liban, la Galilée, Jérusalem, avec retour par Candie et l'île de Malte. Aussi les adhérents furent nombreux, et plus nombreux que d'habitude. Cent soixante-quatorze passagers s'embarquaient le samedi 14 septembre, à Marseille, sur le *Sénégal*, paquebot des Messageries Maritimes que M. Olivier nolisait habituellement pour ses voyages¹.

Nous partions sous les auspices les plus favorables. Un certain nombre de passagers retrouvaient sur le *Sénégal* des compagnons des croisières précédentes. On peut dire que la société était choisie. Nous comptons parmi les membres de la croisière un ancien ministre, M. Raymond Poincaré; un membre de l'Institut, M. E. Picard; M. Diehl, professeur à la Sorbonne, directeur scientifique de la croisière; des magistrats et des avocats distingués; le peintre Clairin; plusieurs ecclésiastiques, et chose intéressante dans les circonstances qui allaient se produire, dix-sept médecins: avec moi, le D^r Chauffard et le D^r Richardière, médecins des Hôpitaux; le D^r Demons, professeur de Clinique chirurgicale à Bordeaux; le D^r Aubert, ancien chirurgien de l'Antiquaille de Lyon; M. Bernheim (de Nancy); un médecin connu de La Haye, le D^r de Zwaan; plusieurs confrères de Paris et de la province, auxquels leur nom et leur situation donnaient une grande autorité. J'ajoute que, presque tous, nous étions accompagnés de nos familles, femmes et enfants.

Le dimanche 15, relâche à Ajaccio et départ le soir, à 4 heures, pour l'île de Rhodes, où nous devions débarquer le jeudi matin.

Dans la matinée du lundi 16, surlendemain de notre départ, par une mer calme, alors que tous étaient tranquilles et tout à la joie d'une traversée qui s'annonçait heureuse et des satisfactions qu'on se promettait dans ce beau voyage, le D^r Piotrowski, médecin du bord, vint prier le D^r Chauffard de voir avec lui un homme de l'équipage qui lui donnait quelque préoccupation.

C'était le second maître d'équipage, qui, depuis deux jours, était souffrant. La veille, on lui avait trouvé des signes d'embarras gastrique et prescrit

¹ En fait, la *Revue générale des Sciences* ne loue pas le bateau; elle entreprend la croisière avec le concours de la Compagnie de navigation pour la partie maritime du voyage.
N. D. L. D.

une purgation ; mais, ce matin-là, le D^r Piotrowski constatait qu'il avait une fièvre assez vive et, de plus, un léger gonflement des ganglions inguinaux dans l'aîne gauche.

Cet homme, qui appartenait depuis longtemps à l'équipage du *Sénégal*, était âgé de trente à trente-trois ans et de constitution extrêmement robuste. Il n'était pas couché, se sentait à peine malade et demeurait jusque-là mêlé au reste de l'équipage.

Cette adénite, qui ne reconnaissait pas de cause traumatique, ni spécifique, et que le malade attribuait aux fatigues qu'il avait subies avant le départ du *Sénégal*, s'accompagnant d'une fièvre aussi intense, parut aussi suspecte au D^r Chauffard qu'au médecin du bord, et mon avis, qu'ils voulurent bien me demander, fut absolument conforme au leur.

La chose était assez sérieuse pour que nous désirions d'autres lumières, et nous priâmes le D^r Demons, de Bordeaux, de s'adjoindre à nous et de faire l'examen chirurgical. Pas plus que nous, après les plus minutieuses explorations, M. Demons ne trouva aucune lésion superficielle pour expliquer l'adénite.

Le cas était donc suspect, à supposer que ce ne fût pas un cas de peste confirmée. Dans ces conditions, que fallait-il faire ? Quel parti prendre au point de vue du voyage que nous commencions ?

D'abord, pour le malade, pratiquer son isolement immédiat et faire, si possible, une injection de sérum antipesteux. Mais du sérum antipesteux, il n'y en avait pas à bord, quoique le *Sénégal* fit le service d'Alexandrie, port infecté, où la peste avait subi de la recrudescence à la fin d'août, et où le bateau y avait séjourné les deux jours réglementaires !

On m'avait signalé pour cette époque, à Alexandrie, onze cas de peste, dont six morts ; rien d'officiel.

Pour la seconde question, fallait-il, en attendant la confirmation ou l'infirmité du diagnostic présumé, continuer le voyage, ou, dès ce moment, retourner en arrière ? La solution de la question nous fut donnée par le Commandant et le médecin du bord, qui nous rapportèrent des faits très probants ne laissant pas de doute que, ayant à bord un malade atteint d'adénite, quelle que fût sa nature, tous les ports de la Turquie nous seraient fermés. Nous nous exposions donc à une navigation prolongée, désormais sans objet, et finalement à une quarantaine probable, dans un lazaret turc, et dans quelles conditions !

Le plus sage était donc de regagner au plus tôt un port français pour débarquer le malade, avec la possibilité, si nos craintes n'étaient pas justifiées, de repartir de là avec patente nette et de recommencer le voyage. Marseille était tout indiquée.

C'est l'avis que nous avons émis, et en cela nous étions d'accord avec le Commandant du *Sénégal*. Mais nous avions à compter avec nos familles et les passagers qui ne soupçonnaient rien de ce qui se passait. Avant de prendre une décision aussi grave, nous crûmes devoir en référer à nos confrères, qui, convoqués par nous, sur l'exposé des faits, furent unanimes à conclure au retour immédiat à Marseille.

II

Je dois dire, à la louange de tous les passagers du *Sénégal*, que ni la contrariété de voir manquer un voyage très désiré, ni, surtout, l'idée d'avoir la peste à bord, n'eurent sur leur moral l'influence fâcheuse qu'on aurait pu redouter. Tout le monde comprit qu'on se trouvait en présence d'une fatalité qu'il fallait subir, que le mieux était de sortir le plus tôt possible de ce mauvais pas sans s'exposer à de fâcheuses éventualités.

Le *Sénégal*, qui arrivait aux îles Lipari, retourna en arrière. Le soir, une conférence intéressante, faite par M. Diehl sur les pays que nous ne devions plus voir, occupa les esprits, et le lendemain mardi 17, nous repassions au détroit de Bonifacio, d'où le Commandant du *Sénégal* put avertir la direction des Messageries Maritimes que nous avions à bord un cas suspect de peste et que le bateau revenait à Marseille.

Notre arrivée à Marseille, ou plutôt au Frioul, fut retardée par un brouillard épais dans la matinée du mercredi 18. Nous étions attendus par le Service sanitaire à 5 heures du matin ; il était 11 heures quand nous arrivâmes.

Vers 4 heures, visite du D^r Jacques, chargé de la visite des passagers, de l'examen du malade, et de recueillir, pour l'examen bactériologique, du liquide bubonique. Déjà, dans les quarante-huit heures qui ont précédé, le Commandant du *Sénégal* avait procédé à la désinfection des locaux occupés par l'équipage. Ceux-ci et les hommes eux-mêmes avaient été lavés au sublimé, leurs effets désinfectés à l'étuve ; aucune autre mesure nouvelle ne fut prescrite.

En attendant le résultat des examens, les passagers restaient sur le *Sénégal*, dans les eaux du Frioul, dans le voisinage d'un autre bateau des Messageries qui terminait sa quarantaine deux jours après, l'*Ernest-Simons*.

Quelques heures après, nous reçûmes la visite du D^r Catelan, directeur du Service sanitaire de Marseille, accompagné du D^r Gauthier, chargé du laboratoire de Bactériologie. Les premières recherches sur frottis avaient donné des bacilles pesteux, mais en petit nombre et mal caractérisés.

Le cas, toutefois, ne paraissait pas douteux. On demanda des rats; on en trouva quelques-uns bien vivants, qui furent emportés.

Les rats avaient été recherchés dès le début; on ne trouvait pas de rats morts. Pour nous, dont l'expérience en matière de peste était nulle, c'était une circonstance à laquelle, dans ce cas douteux, mais suspect, nous attachions quelque importance.

Au reste, la chose n'était pas tellement claire, même à notre arrivée au Frioul, que le D^r Jacques, qui avait soigné les pestiférés du *Laos* et avait déjà, comme son collègue, le D^r Gauthier, contracté la peste, n'eût émis lui-même des doutes sur la nature de la maladie. C'était pourtant bien la peste. Transporté tout de suite à l'hôpital de Ratoneau, le malade reçut, mais trop tardivement, les injections qui lui avaient manqué jusque-là; la fièvre et le délire se maintinrent et augmentèrent, et dans la nuit du samedi au dimanche, il succombait.

Comment avait-il contracté la peste? Nous ne comprenions pas que, parti de Marseille, port indemne, après un séjour de dix-sept jours, retour d'Alexandrie, il eût pris la maladie dans ce dernier port, l'incubation de la peste n'ayant qu'une durée de quelques jours.

La question d'étiologie fut résolue le lendemain de notre débarquement au lazaret et nous eûmes la confirmation de l'origine de ce cas de peste par les rats, quand on ouvrit la soute au linge sale, où l'on trouva un certain nombre de rats morts, dont je n'ai pas le chiffre officiel.

Nous sûmes aussi, par les recherches bactériologiques, que les rats vivants, quoique en apparence bien portants, étaient tous infectés du bacille pesteux. La même remarque avait déjà été faite pour les rats du *Laos*.

L'explication la plus probable dans ce cas de peste est donc celle-ci: On sait avec quelle facilité les rats pénétrèrent par les cordages et les amarres dans les bâtiments au mouillage. Pendant son séjour à Alexandrie, le *Sénégal* est resté deux jours à quai et a pu embarquer ces agents d'infection, chez lesquels la maladie a évolué pendant son retour à Marseille. C'est ainsi que des rats pestueux ont infecté le bateau, auquel cependant, grâce à une inspection sanitaire insuffisante, on a donné une patente nette sur cette considération que le navire avait quitté Alexandrie depuis dix-sept jours, et qu'il n'avait présenté aucun cas de maladie.

De là cette aventure, probablement unique dans l'histoire des quarantaines, d'un bateau partant d'un port non infecté, et obligé de faire au départ une quarantaine qu'on ne fait ordinairement qu'au retour.

III

Je continue notre odyssée. Nous attendions la décision du Conseil de Santé et nous nous préparions à débarquer au lazaret. On n'était pas pressé de nous y recevoir, car, me disait M. Catelan, il y a bien des logements, mais pas de serviteurs. Or, nous arrivions 174 et il y avait, pour tout ce monde, 6 gens de service. Il fallait donc pourvoir à tout ce qui était nécessaire, non seulement au logement, mais à la nourriture et à l'entretien d'un nombre tout à fait inusité de passagers, et de passagers de première classe.

Nous devions donc rester jusqu'au samedi sur le *Sénégal*, lorsque, le lendemain de notre arrivée, jeudi 19, un nouveau cas de peste se manifesta chez un autre homme de l'équipage, qui fut immédiatement débarqué et conduit à l'hôpital de Ratoneau.

Plus heureux que son camarade, il put recevoir tout de suite les soins nécessaires et, en particulier, les injections de sérum de Yersin: il guérit. Les journaux annonçaient ces jours-ci sa convalescence et sa guérison.

Alors, la patience des passagers du *Sénégal* fut à bout. Déjà on s'expliquait mal qu'on nous laissât un temps aussi long sur un bateau infecté sans nous soustraire au danger de la contagion et sans nous débarquer, ni qu'aucune des mesures de désinfection auxquelles on s'attendait ne fût prise immédiatement, soit à l'endroit des passagers, soit pour la désinfection du *Sénégal* lui-même. Et voilà qu'un nouveau cas de peste éclate à bord!...

Des instances furent faites pour obtenir un débarquement immédiat. Celui-ci ne pouvait se faire, en raison de l'heure tardive; il fut avancé de vingt-quatre heures, et, le vendredi 20, nous quittions le *Sénégal* pour entrer en quarantaine au lazaret du Frioul. Je n'ai pas besoin de vous dire avec quel soulagement on abandonna le bateau infecté.

Ce fut donc le vendredi 20, à midi, que nous primes possession du Frioul. Depuis le mardi 17, notre retour était signalé de Bonifacio. A la porte de Marseille, qui offre toutes les ressources, près de Toulon, qui pourrait par la Marine donner tout le personnel nécessaire, rien n'était prêt pour nous recevoir. Personnel insuffisant, de sorte que ce furent les hommes mêmes de l'équipage du *Sénégal* qui durent transporter nos bagages dans nos chambres; pas de linge, de bougies, de savon, ni d'autres objets indispensables. En un mot, pas de service organisé.

Les journaux se sont beaucoup occupés de notre triste aventure. Ce qu'ils ont dit de l'inconfort que nous avons trouvé au Frioul est vrai et dépasse tout ce qu'on pourrait supposer.

Je n'aborde pas ce côté de la question, car heureusement la bonne humeur, l'entrain de nos compagnons d'infortune, le talent artistique de certains d'entre eux nous ont aidés à passer sur bien des desiderata.

Une fois au lazaret, nous n'entendimes plus parler de rien. Consigne sévère limitant nos promenades à une enceinte soigneusement fermée; un charmant confrère, le D^r Jacques, chargé de nous surveiller et de nous soigner au besoin; puis, un peloton de neuf gendarmes pour nous garder et nous empêcher d'enfreindre la consigne et de dépasser les limites de notre internement.

Mais, par une bonne chance, la présence de M. Poincaré parmi nous et ses bons rapports avec M. Lataud, préfet de Marseille, nous valurent des adoucissements auxquels se refusait l'Administration sanitaire. Des promenades étendues dans l'île déserte, mais des plus pittoresques, ont bien diminué les anertumes de notre quarantaine et charmé nos ennuis.

Nos compagnons, nous médecins en particulier, nous nous imaginions que, sortant d'un bateau infecté, avec des bagages dont quelques-uns avaient voisiné avec les rats morts, nous aurions à subir certaines épreuves de désinfection: il n'était question de rien.

Le D^r Jacques disait bien qu'il serait bon de se faire inoculer, mais personne pour l'imposer et faire valoir les avantages de l'inoculation. Nous-mêmes, consultés par nos amis, nous étions fort embarrassés pour émettre un avis.

Cette situation se prolongeant, le samedi, après en avoir causé avec mes confrères, j'envoyai au D^r Catelan un télégramme le priant de venir répondre lui-même aux questions qui nous étaient adressées et donner des instructions positives sur ce qu'il y avait à faire.

Sur la question des injections préventives et préservatrices, l'avis de M. Catelan fut formel. Il fallait les faire. Elles étaient, d'ailleurs, d'après lui, sans inconvénients, et il nous affirmait que sur 7 ou 800 cas où il les avait vu pratiquer, pas un seul cas de peste ne s'était manifesté.

Pourquoi n'avaient-elles pas été conseillées tout d'abord? C'est, chose incroyable, qu'on n'avait pas de sérum frais à Marseille ni au Frioul. Il en restait encore une certaine quantité de l'épidémie du *Laos*; on en attendait de Paris depuis trois jours!

¹ La faute ne saurait, en aucune façon, être attribuée à l'Institut Pasteur: « Depuis l'année 1899, d'accord avec le Ministre de l'Intérieur et le Conseil Municipal de Paris, a déclaré M. Roux, une provision de 10.000 doses de sérum antipesteux est toujours gardée à la disposition des autorités. »

A quoi M. Bucquoy a répondu: « Il n'en est que plus étonnant que le Service de la Santé de Marseille n'en ait pas

Le soir même, on commença les injections avec ce qui restait de sérum, et, pour donner le bon exemple, les médecins de la croisière furent les premiers à se faire inoculer. Le lendemain, dimanche, le sérum nouveau arrivait enfin, et, sur 174 que nous étions, 163 subirent l'opération.

La visite du D^r Catelan nous valut aussi quelques mesures de désinfection, au moins pour la forme. L'étuve était un peu redoutée. Les vêtements du D^r Demons et du D^r Chauffard, qui avaient été plus directement en contact avec le malade, sortirent de l'étuve du *Sénégal* dans un état qui les rendait immettables. La casquette du D^r Demons, en particulier, est restée légendaire dans la croisière.

On n'exigea pas un pareil sacrifice pour les vêtements de nos compagnes; le linge de corps seul passa à l'étuve, mais soumis à une température convenable et suffisante.

Pour les autres vêtements, ils restèrent dans les malles, qu'on désinfecta fermées, avec des pulvérisations de sublimé.

Rien à dire sur ces mesures, si ce n'est, comme vous le voyez, qu'elles ont été prises bien tardivement, ne donnant pas aux personnes qui les voyaient appliquer l'idée que l'Administration sanitaire les considérait comme bien nécessaires et même bien utiles.

IV

Pendant ce temps-là, que devenait l'équipage du *Sénégal*, toujours interné à son bord depuis notre retour au Frioul? Il attendait!...

Je vais vous communiquer la lettre que m'écrivit, le 23 septembre, le D^r Catelan, et qui vous montrera, mieux que je ne pourrais le faire, l'état moral de ces pauvres gens et les mesures prises à leur égard:

Marseille, le 23 septembre 1901.

MONSIEUR ET TRÈS HONORÉ CONFRÈRE,

Je tiens à vous renseigner sur les mouvements qui se produisent au port du lazaret du Frioul, et sur les dispositions prises pour éteindre le foyer d'infection du *Sénégal*.

Comme il arrive à peu près toujours en ces circonstances, l'équipage du *Sénégal* a réclamé avec une insistance dont la dépression morale donne la mesure — et à laquelle Commandant et Compagnie se sont associés, — a réclamé, dis-je, d'être débarqué à son tour.

Vous comprenez, sans que j'aie besoin d'appuyer, pourquoi j'ai refusé absolument de faire droit à cette requête.

Quoique les hangars de Ratoneau, sous lesquels il eût été indiqué alors de placer l'équipage, puissent être gardés par un cordon d'agents, ce sont là des précautions illusoire de séparation; malgré tout ce qu'on eût pu faire, bientôt vous auriez vu ces hommes passer par-dessus toutes les barrières, et aller partout où on leur eût interdit de pénétrer.

une provision suffisante pour tous les besoins qu'il peut être appelé à satisfaire. »

N. D. L. D.

Après en avoir longuement conféré avec le directeur et les agents de la Compagnie des Messageries Maritimes, j'ai obtenu que la Compagnie envoyât un deuxième paquebot, n'ayant pas, pendant cette dernière année, fréquenté les ports d'Égypte, dans les eaux du port du Frioul : ce paquebot, l'*Ortégal*, doit être prêt aujourd'hui lundi à aller se ranger auprès du *Sénégal*.

Un médecin spécial a été envoyé sur ce dernier navire, pour y diriger, avec le concours du D^r Piotrowski, l'exécution des mesures prescrites, et pour lesquelles des instructions écrites lui ont été remises.

Après vaccination au sérum antipesteux des hommes de l'équipage, de tous les hommes, état-major compris, et désinfection nouvelle et minutieuse des linges, effets à usage, etc., etc., l'équipage du *Sénégal* passera sur l'*Ortégal*.

Le *Sénégal*, qui aura, au préalable, débarqué sur chaland ses 100 tonnes de marchandises, sera alors soumis à une vaste et radicale opération de désinfection, qui consiste à remplir, après avoir envoyé des jets de vapeur brûlante dans toutes les capacités closes, tous les compartiments intérieurs de vapeurs d'acide sulfureux.

Le paquebot, alors, restera de trente-six à quarante-huit heures, avec toutes ses ouvertures, panneaux, sabords, hublots, obturées avec soin, soumis à l'action des vapeurs sulfureuses. Dès que l'imprégnation sera suffisante, c'est-à-dire au bout de trente-six à quarante-huit heures, il sera un peu incliné, de façon à être mis en travers du vent, et aéré aussi largement que possible.

Si les instructions sont bien suivies, et l'opération bien exécutée, ce qu'il est permis d'espérer, pas un rongeur, pas un parasite ne pourra s'échapper.

C'est la meilleure des sauvegardes, car, il n'est pas besoin de le dire, s'il y avait eu un va-et-vient incessant entre le *Sénégal* et les établissements de la Quarantaine, ce qui eût été inévitable en débarquant l'équipage dans les hangars de Ratoneau, personne ne pouvait plus répondre de rien.

En vous communiquant ces renseignements, afin que vous ayez la bonté de n'en rien laisser ignorer aux touristes, vos compagnons d'infortune, j'ai surtout eu en vue de vous mettre à même d'apprécier l'emploi des mesures de défense de la santé publique, et de protection pour les personnes internées.

D'ailleurs, à l'heure actuelle, sans être prophète, je crois pouvoir vous affirmer que, parmi les passagers, il n'y a plus la moindre probabilité d'une atteinte quelconque ; que, de plus, il est fort probable qu'il en sera de même dans l'équipage ; enfin, l'aération déterminée par les mouvements de l'atmosphère est le purificateur par excellence, et vous êtes servis à souhaits en ce moment.

Je vous prie d'agréer, Monsieur et honoré Confrère, l'assurance de mes sentiments les plus dévoués.

D^r CATELAN.

Ce ne fut que le mardi 24 que l'*Ortégal* parut dans les eaux du Frioul, et le mercredi 25, c'est-à-dire huit jours pleins après que notre retour avait été signalé, qu'eut lieu le débarquement de l'équipage du *Sénégal*. Fort heureusement, malgré toutes ces lenteurs, les prévisions du D^r Catelan ont été justifiées ; aucun cas nouveau ne s'est produit dans cet équipage déjà suffisamment éprouvé.

Du côté des passagers du lazaret, tout continua à aller bien, sauf quelques accidents intestinaux dus au mauvais régime et à la mauvaise nourriture : c'est ce qu'on appelait là-bas « la Frioularde ».

Plus tard, quelques-uns d'entre nous furent assez éprouvés par l'injection antipesteuse, dont les suites

rappelaient beaucoup ce que nous observons avec les injections antidiphthériques. Je passe sur ces détails.

Je serai bref maintenant sur les derniers jours de notre quarantaine. Malgré le bon état de santé de tous et l'accomplissement de toutes les prescriptions sanitaires, on tenait à nous garder dix jours pleins à partir de notre débarquement au Frioul, ce qui nous conduisait au lundi 30. Marseille ne se souciait pas de nous recevoir. Il nous sembla que la mesure était sévère ; des instances furent faites pour en abrégier la durée. M. Poincaré agissait auprès du préfet ; de notre côté, nous réclamions l'intervention de notre collègue, M. Proust.

C'est au préfet que nous dûmes notre libération le vendredi 27, après sept jours pleins de lazaret et huit jours après le second cas de peste déclaré. On tenait, paraît-il, beaucoup à nous garder, car M. Proust, qui avait répondu en faveur de la libération après sept jours, eut sa dépêche gardée dans les bureaux sanitaires ; elle ne nous a jamais été communiquée, et ce fut le préfet seul qui usa de son autorité pour nous donner notre *exeat*.

Celui-ci nous fut remis avec un passeport réglementaire de surveillance administrative limitée à trois jours. La plupart d'entre nous passèrent à l'étranger, et, de surveillance après notre arrivée à Marseille, il ne fut jamais question.

V

Telle est la relation exacte de la petite épidémie de peste à bord du *Sénégal* qui nous a fourni l'occasion d'expérimenter, par nous-mêmes, les mesures protectrices employées contre le fléau qui depuis longtemps menace l'Europe.

Bien loin de moi la pensée d'incriminer le Service sanitaire dans la personne de nos confrères, dont nous nous plaçons à reconnaître la courtoisie, la science et le dévouement. Au Frioul, pour la construction duquel on a dépensé des sommes considérables, on manque de tout, faute d'argent. Et c'est au moment où la peste est à nos portes qu'on peut invoquer une pareille excuse et qu'on raie du budget les sommes nécessaires pour l'entretien d'un lazaret à la porte de Marseille, plus exposée que toute autre ville à recevoir des ports de la Méditerranée des navires contaminés !

La question sera, je l'espère, portée devant une autre assemblée plus compétente par M. Poincaré. Ici, et devant cette Académie gardienne de la santé publique, il me reste à relever les fautes graves qui ont été commises et les lacunes observées dans l'application des mesures sanitaires.

La première faute capitale a été de nous embarquer sur un bateau à qui a manqué, avant le

départ, une inspection sanitaire suffisante, aussi bien de la part des *Messageries Maritimes* que du Service de Santé lui-même. Si la cale et les soutes avaient été visitées et convenablement explorées, on aurait trouvé le corps du délit, et la patente nette n'aurait pas été délivrée. Je n'ai pas à rechercher à qui incombent les responsabilités.

Un second fait, qui nous a particulièrement émus, c'est le manque de sérum antipesteux à bord du *Sénégal*, sur un navire qui fait le service des côtes de la Méditerranée et un séjour réglementaire de quarante-huit heures à Alexandrie, port depuis longtemps contaminé. A ses autres étapes de Port-Saïd et de Beyrouth, le *Sénégal* touchait aussi à des ports qui n'avaient pas été à l'abri de la peste. Dans le cas actuel, les conséquences ont été déplorables, puisqu'il y a eu mort d'homme. Une ou plusieurs injections faites au début chez notre malade atteint de peste bubonique, de forme en apparence bénigne, lui eussent probablement sauvé la vie, comme elles l'ont fait chez le second malade contaminé.

Nous avons été aussi singulièrement étonnés quand nous apprenions que, quatre jours après notre arrivée au Frioul, on manquait encore de sérum pour nous faire, ainsi qu'à l'équipage du *Sénégal* les injections préservatrices. Je ne crois pas que ce soit de la faute de l'Institut Pasteur⁴.

N'y a-t-il pas lieu aussi d'être surpris que le cas suspect étant reconnu véritablement pesteux, on ait laissé sur le bateau infecté, pendant plusieurs jours, les passagers, et plus longtemps encore, une semaine entière, l'équipage du *Sénégal* déjà si éprouvé? On répond que le débarquement n'était pas possible, rien n'étant prêt pour nous recevoir et nous internier. C'est précisément ce que nous sommes en droit de reprocher, moins peut-être aux agents du Service sanitaire qu'à ceux qui, en refusant les crédits nécessaires, les mettent dans l'impossibilité d'accomplir leur devoir.

Que dirai-je maintenant de l'installation au Frioul? Lazaret ne dit pas un lieu de délices. Mais puisqu'on a fait un grand établissement sanitaire, ne serait-il pas sage de pourvoir à son entretien et d'assurer son bon fonctionnement, et au lieu de prendre pour modèles les lazarets de certains pays réputés pour leur saleté et leur mauvaise installation, imiter les Japonais, par exemple, qui ont, paraît-il, dans le lazaret de Nagasaki, pour les victimes des quarantaines, des hôtels de premier ordre?

On objectera que les grandes épidémies sont rares, et que des années se passent quelquefois sans qu'on ait à utiliser ces lazarets. Rien n'oblige

à y avoir des services permanents et coûteux; mais pourquoi n'avoir pas ce que j'appellerai un plan de mobilisation qui permette, le cas échéant, de pourvoir dans un bref délai, chose facile à la porte de villes comme Marseille, Bordeaux, Dunkerque, aux nécessités matérielles des personnes soumises aux quarantaines. Après la récente épidémie du *Laos*, cette incurie semble incompréhensible et sans excuse.

Quant aux mesures de désinfection, dont nous n'avons pas à discuter la valeur, et qui sont réglementées d'après les données de la science et de l'expérience, est-il admissible qu'elles ne soient pas appliquées immédiatement, dès le débarquement des passagers et des bagages qui, venant d'un bâtiment contaminé, peuvent infecter à leur tour le lazaret qui devrait leur assurer la sécurité?

Ajouterai-je encore un fait qui m'a stupéfié? La veille de notre départ du Frioul, nous avons lu dans les journaux que la peste était à Naples. Le Dr Catelan, à qui j'en parlai, me dit qu'il avait vu aussi cette nouvelle dans le journal, qu'alors il s'était empressé de télégraphier à Paris, d'où la chose lui fut confirmée, en lui disant de plus que la peste était à Naples depuis un mois, mais qu'on le tenait caché! Or, trois bateaux venant de Naples sont arrivés ce jour-là à Marseille! A quoi donc servent les agents consulaires?

VI

En faisant à cette tribune la relation de cette fâcheuse aventure, ne croyez pas que je veuille faire ici d'inutiles récriminations. Le hasard ayant fait qu'un certain nombre de médecins des plus autorisés, et avec eux des hommes distingués de toute carrière, fort capables d'apprécier ce qui se passait sous leurs yeux, aient pu constater par une expérience personnelle combien le Service sanitaire avait été defectueux dans l'épidémie du *Sénégal*, il était de mon devoir de porter, comme ils me l'ont demandé, ces faits à la connaissance de l'Académie. Je crois faire œuvre d'utilité publique en la saisissant de cette question de protection sanitaire et en la priant de formuler elle-même les conclusions qui découlent des faits que je viens d'exposer. Gardienne de la santé publique, c'est à elle à réclamer de l'autorité les réformes qui s'imposent dans l'application des mesures sanitaires.

Je ne terminerai pas sans remercier, au nom de mes compagnons de quarantaine, l'Académie de l'intérêt qu'elle a pris à notre infortune, et dont sa Commission permanente, par l'intermédiaire de notre collègue M. Motet, a bien voulu nous adresser le touchant témoignage.

Dr M. Bucquoy.

Membre de l'Académie de Médecine.

⁴ Voir la note au bas de la page 959.

LA DÉSINFECTION PAR L'ACIDE SULFUREUX

RÉCENTES EXPÉRIENCES EN AMÉRIQUE ET EN ANGLETERRE

Il y a quelques semaines, une croisière organisée par la *Revue générale des Sciences*, et composée de nombreux touristes, quittait Marseille à destination de la Palestine, à bord du paquebot le *Sénégal*.

Le navire se trouvait à la hauteur des îles Lipari lorsqu'un cas de peste fut signalé parmi les hommes de l'équipage. La croisière fut alors interrompue, et le *Sénégal* ramené au lazaret du Frioul, à Marseille, où les passagers durent subir la quarantaine de rigueur.

Ce paquebot était rentré dix-sept jours auparavant d'un voyage aux Echelles du Levant, au cours duquel il avait touché plusieurs ports contaminés. Rentré à Marseille, il avait bien, paraît-il, subi la désinfection prescrite par les règlements, mais cette désinfection avait été insuffisante, car l'examen bactériologique des rats vivants capturés dès l'arrivée des touristes au Frioul, ainsi que des nombreux cadavres de rats trouvés dans la soute du linge sale, démontra qu'ils étaient porteurs du germe du terrible fléau.

Le mode de désinfection actuellement en usage est défectueux, puisque, s'il fait périr les rats, il ne fait pas disparaître leurs cadavres et, par conséquent, ne détruit pas leurs parasites (puces, etc.), qui sont le principal véhicule de la peste.

Le meilleur procédé à employer serait donc celui qui, permettant de s'emparer des rats vivants, rendrait possible la destruction rapide et complète de ces rongeurs et de leurs parasites.

Seul, un gaz asphyxiant serait capable de produire ces effets. Si ce gaz se trouvait être, en même temps, un destructeur de microbes, son emploi serait des plus avantageux pour la désinfection, et aurait une grande importance au point de vue de l'hygiène.

I

L'acide sulfureux pourrait rendre ce service, si, toutefois, on trouvait une source de production importante de ce gaz, dont les propriétés désinfectantes sont connues.

Depuis longtemps, les avantages de la désinfection par l'acide sulfureux ont été signalés. Des expériences faites par Dujardin-Baumetz, Pasteur, le D^r Roux, et d'autres savants, ont attiré l'attention sur le pouvoir désinfectant de ce gaz.

L'emploi de l'acide sulfureux est réglementaire dans l'armée; il a été recommandé officiellement

par le Comité consultatif d'Hygiène publique de France; il a été employé dans les dernières épidémies pour la désinfection des chambres de cholériques.

Les expériences faites par Vallin, Dujardin-Baumetz, Pasteur, Sternberg, les résultats obtenus pour la désinfection des salles de casernes ou d'hôpitaux contaminés et des navires, prouvent, comme le démontrent Legouest, Ollivier, Pôtier, Raoul, la valeur que peut avoir ce gaz dans la pratique.

Sternberg a constaté qu'il détruit les microcoques de l'érysipèle et de la septicémie puerpérale. Vallin a stérilisé le virus du chancre mou, du farcin, du tubercule en le soumettant à l'action de ce gaz. Il peut aussi rendre de grands services dans les petites localités et dans les campagnes. Nous ne devons pas, fait observer Sternberg, rejeter l'acide sulfureux avant d'être en mesure de recommander à sa place quelque chose de meilleur pour la désinfection des appartements et des navires.

M. Legouest dit que l'emploi de l'acide sulfureux comme agent de désinfection a été fait dans l'armée. Les casernes sont désinfectées à l'acide sulfureux, et les vêtements des galeux nettoyés par ce procédé, en usage depuis longtemps dans les lazarets. Ces opérations ont été pratiquées avec de la fleur de soufre, et la désinfection de toute une caserne a coûté 250 ou 300 francs. Pour désinfecter la caserne installée dans l'ancien Château des Papes à Avignon, infectée par la fièvre typhoïde, M. Czernicki a employé 30 grammes de soufre par mètre cube. Le chiffre de 20 grammes est, en général, considéré comme suffisant. M. Méhu dit qu'il a plusieurs fois procédé à la désinfection de salles d'hôpital à la suite d'épidémies de fièvre puerpérale et de fièvre typhoïde, et que la maladie n'a jamais reparu immédiatement après l'opération dans ces salles. Des expériences faites par M. Vallin sur la literie, les châlits en fer, les vêtements et objets d'équipement, les objets enveloppés dans des matelas ou des couvertures de laine, ont montré le grand pouvoir de pénétration du gaz sulfureux. Depuis la réoccupation des casernes, après désinfection, aucun cas d'épidémie ne s'est produit. Ce mode de désinfection avait donné de tels résultats qu'il fut question de désinfecter toutes les casernes à l'époque des grandes manœuvres; ce projet n'a pu avoir de suite, pour la raison qu'on ne possède pas d'appareil permettant une applica-

tion pratique du procédé. De nombreux inventeurs ont cherché à faire des appareils producteurs de SO_2 ; le D^r Gibier, entre autres, crut avoir résolu le problème. Jusqu'à ces derniers temps, cependant, aucun système pratique n'avait réussi à s'imposer.

II

L'acide sulfureux est obtenu habituellement par la combustion du soufre. Trois procédés peuvent être utilisés pour la désinfection par l'acide sulfureux; ce sont : la combustion du soufre, l'acide sulfureux liquéfié, la combustion du sulfure de carbone. Il est reconnu que la pénétration du gaz est considérable, quelle que soit la méthode employée pour le produire. Des papiers à réactifs, placés dans l'intérieur de matelas ou d'armoires, dans des pièces soumises à l'action de cet agent de désinfection, ont été atteints par lui.

Le procédé par la combustion du soufre est le plus simple et le moins coûteux. Pasteur conseillait, afin d'éviter tout danger d'incendie, de se servir d'un fourneau en terre réfractaire placé sur une plaque de tôle, et dont les parois sont percées de petits trous, pour faciliter la combustion.

On arrose la surface avec de l'alcool, que l'on enflamme ensuite pour obtenir une combustion égale sur toute la surface.

On peut ainsi, disait Pasteur, produire la combustion complète de 20, 40 et 50 grammes de soufre par mètre cube.

L'emploi de l'acide sulfureux liquide anhydre présente les mêmes avantages. Ce gaz, liquéfié par M. Raoul Pictet, de Genève, pour servir à l'industrie, se vend dans des siphons analogues à ceux d'eau de Seltz, et qui contiennent 750 grammes d'acide sulfureux. Il faut employer, pour la désinfection, un siphon par 20 mètres cubes. Ce gaz n'a qu'un inconvénient : c'est de coûter fort cher.

La combustion du sulfure de carbone avait été signalée par M. Péligot comme pouvant produire une quantité importante d'acide sulfureux. M. Ckiani a inventé une lampe pour brûler ce corps; mais ce procédé offre des difficultés dans la mise en œuvre.

Ces différentes façons d'obtenir l'acide sulfureux sont d'un maniement difficile, et présentent des risques d'incendie ou d'autres accidents; aussi ce gaz n'a-t-il pas pris dans la pratique de la désinfection la place qu'il devrait occuper.

III

Il y a quelques années, un appareil producteur d'acide sulfureux par la combustion du soufre a été inventé, en Amérique, par M. Clayton. Dans ce

système, le soufre est brûlé à l'intérieur d'un cylindre constamment alimenté d'air au moyen d'un ventilateur mû par un petit moteur à vapeur ou à gaz. Ce ventilateur, relié par des conduites aux chambres à désinfecter en aspire l'air, tandis que les vapeurs d'acide sulfureux produites dans le cylindre à combustion arrivent, sous pression et par d'autres canaux, dans ces mêmes chambres. Lorsque le gaz désinfectant a suffisamment séjourné dans ces pièces, on arrête la combustion du soufre, puis, au moyen du ventilateur, on chasse l'acide sulfureux et on le remplace par de l'air sec.

Cette machine, dont la destination première était de servir de pompe à incendie, a été rapidement expérimentée pour la désinfection et la destruction des animaux nuisibles. Les résultats obtenus ont été tellement concluants que l'emploi de cet appareil est entré maintenant dans la pratique. Ce sont les expériences faites au moyen de cet engin pendant ces dernières années en Amérique et en Angleterre, que nous allons relater ici.

Aux États-Unis, on fumige les navires depuis plusieurs années, en introduisant, dans les cales qui renferment la marchandise, du gaz SO_2 au taux de 40 à 17 %, et cela sans le plus léger dommage pour les bateaux. Depuis huit ans, les bateaux de la Morgan C^o, qui font le service de la Havane à la Nouvelle-Orléans, subissent, tous les quinze jours, du 1^{er} mai au 31 octobre, la désinfection par l'appareil Clayton. Le gaz sulfureux est généralement maintenu dans les cales pendant vingt-quatre heures, sans qu'il en résulte le plus léger inconvénient pour l'équipage ni les passagers. Ce système de fumigation a été employé pour empêcher l'introduction de la fièvre jaune. Le but a été atteint et les résultats satisfaisants qu'a donnés ce mode de désinfection font croire que le même procédé peut être utilement employé contre la peste.

Des expériences faites en Amérique ont prouvé que l'acide sulfureux avait une action efficace sur les balles de peaux et les balles de coton. Une balle de coton pressée hydrauliquement a été placée dans une pièce où l'on produisait 46 % de SO_2 ; les résultats de l'expérience ont été les suivants : non seulement les touffes de coton du centre de la balle dégageaient une forte odeur de gaz, mais, quand on les trempait dans l'eau fraîche, la solution obtenue était suffisamment acide pour faire passer au rouge le tournesol. Malgré la compression, le gaz avait donc bien pénétré dans toutes les parties de la balle.

L'acide sulfureux ne sert pas seulement à détruire les germes de maladies, mais encore toute sorte de vermine (puces et autres insectes parasites, ainsi que leurs œufs), et tue les rats, ces agents redoutables de la propagation de la peste.

Dès le début du dégagement du gaz, les rats, cherchant à fuir les vapeurs asphyxiantes, désertent leurs cachettes et viennent mourir au-dessus des sacs contenant les marchandises. Il est alors aisé de s'en emparer pour les détruire. Ce moyen offre l'avantage de ne pas laisser, dans la cale des bateaux, de cadavres de rats, qui pourraient provoquer une nouvelle infection, s'ils étaient contaminés par la peste.

De semblables expériences ont été faites sur de nombreux paquebots. Un navire ayant eu à son bord plusieurs cas de peste fut soumis à la fumigation, qui détruisit des quantités de rats. La disparition de ces animaux fut complète. Aucun des navires désinfectés n'a subi de dommage, et les cargaisons sont demeurées intactes. Des échantillons de divers aliments ont été soumis à une atmosphère de 10 % sans éprouver la moindre altération. Un échantillon de thé, placé dans une cabine pendant la fumigation du navire, a été soumis à des experts sans que ceux-ci aient pu trouver de différence entre l'échantillon exposé au gaz et un échantillon, provenant du même colis, qui n'avait pas été en contact avec le désinfectant. Il en a été de même pour des échantillons de café.

A la suite d'expériences faites sur l'orge, pour détruire les charançons, on a constaté aussi que, pour un même échantillon, 96 grains sur 100 non traités, et 90 sur 100 traités, avaient germé. L'orge soumise à la fumigation reste, par conséquent, propre à malter.

Plusieurs Compagnies anglaises de navigation emploient maintenant lesdits appareils. Tout récemment, l'*Ormuz*, navire contaminé par la peste, ayant refusé de rester au Frioul (fin juillet 1901), a été, en arrivant en Angleterre, désinfecté avec succès par les appareils Clayton et a repris son service de navigation après autorisation des autorités sanitaires anglaises.

Au début, les armateurs redoutaient de voir les bateaux et les cargaisons endommagés par l'action de l'acide sulfureux ; mais ces craintes ont disparu devant les résultats obtenus.

Le prix de revient du gaz est tellement minime qu'il ne peut être pris en sérieuse considération.

De nombreuses expériences ont aussi été faites pour montrer l'action de l'appareil en cas d'in-

condie, et les Compagnies d'assurances acceptent maintenant des risques sur le coton et accordent une réduction de 33 % sur les cargaisons des bateaux transportant du charbon inflammable, munis de l'appareil Clayton.

Des barils de sucre, de bois de sapin, etc., d'environ huit pieds de hauteur, furent assemblés en pile dans une chambre et saturés d'huile de pétrole. Un feu fut allumé et on le laissa brûler de toute son intensité pendant trois minutes et demie environ avec la porte de la chambre ouverte ; au bout de ce laps de temps, le gaz fut introduit dans la chambre et son effet sur les flammes fut immédiat, car on les vit baisser très notablement. La porte une fois fermée, les flammes disparurent. Pendant plusieurs minutes, en plaçant l'oreille près de la porte, on entendit le craquement du bois.

Du jute en feu, trempé dans du pétrole, fut de même éteint immédiatement ; on obtint le même résultat pour de petites balles de coton. Des charbons d'anhracite enflammés furent placés dans une boîte en sapin, et celle-ci recouverte, en divers endroits, par des couches de charbons bitumineux. On mit ces matières en combustion et on y laissa couvrir le feu durant vingt-quatre heures. Dès l'introduction de l'appareil dans la chambre, le feu était étouffé et, au bout d'une heure et demie, rien n'indiquait plus que le charbon continuât à brûler.

Le charbon rempli de ce gaz n'offre aucun danger de combustion spontanée et, de plus, il peut être employé immédiatement, car il n'a subi aucune altération.

En résumé, ces expériences prouvent que nous sommes en présence d'un appareil capable de produire de grandes quantités d'acide sulfureux. A un moment où l'Europe entière prend des mesures de préservation contre une invasion toujours possible du terrible fléau asiatique, il nous a paru utile de faire connaître les expériences de désinfection qui ont eut lieu en Amérique pendant ces dernières années. Ces expériences ont donné des résultats très satisfaisants et prouvé que l'on possède dans l'acide sulfureux convenablement employé un agent de désinfection rapide et sûr.

D^r A. Loir,

Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis

LA PRÉPARATION INDUSTRIELLE ET LES PRINCIPALES APPLICATIONS DES GAZ LIQUÉFIÉS

DEUXIÈME PARTIE : APPLICATIONS ET TRANSPORT

Dans un premier article, nous avons étudié les procédés de liquéfaction des gaz et les moyens de les conserver à l'état liquide¹. Nous allons maintenant examiner leurs principales applications et indiquer les conditions de leur transport.

Les gaz liquéfiés ont une application directe, commune à tous, le chlore excepté², c'est la *production industrielle du froid*. On sait le rôle immense que joue l'industrie du froid dans notre civilisation, rôle qui grandit de jour en jour. C'est donc par cette application *physique* qu'il convient de montrer d'abord l'importance de plus en plus considérable prise par les gaz liquéfiés. Leurs applications autres que les applications frigorifiques varient beaucoup d'un corps à l'autre et sont surtout des applications *chimiques*; elles seront étudiées en dernier lieu.

I. — PRODUCTION INDUSTRIELLE DU FROID PAR LES GAZ LIQUÉFIÉS³.

Les machines frigorifiques à gaz liquéfiés constituent le moyen le plus efficace et le plus économique de production du froid à l'heure actuelle; leur supériorité sur les machines frigorifiques à air ou à affinité paraît aujourd'hui incontestable. Le fonctionnement de ces machines est aisé à comprendre⁴: une certaine quantité d'un gaz liquéfié quelconque, placée dans un *réfrigérant*, s'évapore

sous l'aspiration d'une pompe aspirante et foulante; le gaz liquéfié, pour s'évaporer rapidement, est obligé d'emprunter de la chaleur au corps qui l'entoure, c'est-à-dire au réfrigérant. Les vapeurs résultantes sont ensuite comprimées dans un *liquéfacteur* où elles repassent à l'état liquide, pendant qu'un courant d'eau enlève la chaleur développée par la compression des vapeurs, et ramène le liquide à sa température initiale. Le liquide retourne alors, par l'intermédiaire d'un robinet régleur, dans le réfrigérant où il est de nouveau aspiré, etc. La même masse de gaz parcourt donc un *cycle fermé*, et sert indéfiniment sans pertes si la machine est parfaite.

Une machine frigorifique contient donc trois organes essentiels: le *compresseur*, le *liquéfacteur* et le *réfrigérant*, auxquels on adjoint un organe régleur appelé le *détendeur*.

Le *compresseur* peut être à simple ou à double effet. — Lorsque le compresseur est à simple effet, on le double le plus souvent, les deux cylindres étant actionnés par une même manivelle, de façon que l'un aspire pendant que l'autre refoule. Les cylindres sont alors presque toujours verticaux, et portent chacun deux soupapes coniques à ressort, l'une d'aspiration, l'autre de refoulement, à leur partie supérieure: la *boîte à étoupes* se trouve, au contraire, à la partie inférieure, où elle n'est jamais au contact direct du gaz à comprimer que par les fuites du piston. Celui-ci est pourvu de plusieurs segments, comme les pistons des machines à vapeur, et est surmonté d'une couche d'huile, sans cesse renouvelée pour éviter les émulsions, qui pénètrent en partie dans la soupape de refoulement et supprime les espaces nuisibles, tout en lubrifiant le cylindre et en augmentant l'étanchéité du piston.

Lorsque le compresseur est à double effet, on le place dans le prolongement de la tige du piston du moteur à vapeur qui commande la machine frigorifique, et il est actionné par elle: il est alors le plus souvent horizontal. Dans ce cas, la boîte à étoupes doit se maintenir étanche, non seulement pendant l'aspiration, mais encore pendant qu'elle supporte la pression du refoulement. Dans ce but, on dispose deux boîtes à étoupes entre lesquelles est un espace communiquant avec l'aspirateur du compresseur. Les fuites provenant du refoulement, que la première boîte à étoupes n'a pu arrêter,

¹ Voyez la *Revue* du 30 octobre 1901.

² Uniquement à cause de son action corrosive sur les métaux et alliages usuels.

³ J'ai beaucoup emprunté pour cette rédaction aux magistrales études de M. Gustave Richard: « Les machines frigorifiques et leurs applications à l'Exposition Universelle de 1889 », *Revue technique de l'Exposition de 1889*, 11^e partie, Industries Chimiques, t. I, p. 409; Bernard, Paris, et « Les machines frigorifiques », *Revue de Mécanique*, janvier et mai 1897, Dunod, Paris.

⁴ Leur théorie complète est au contraire malaisée à faire. Elle a été donnée, pour la première fois, par Linde en 1870, dans le *Bayer Industrie und Gewerbeblatt*, complétée par lui en 1871, dans le même journal, et enfin, en 1875, dans le *Verhandlungen des Vereines für Gewerbebeiss Preussen*.

M. Ledoux a publié, dans les *Annales des Mines* de 1878, une théorie plus complète s'étendant à toutes les machines à froid, et donné dans des Tables les coefficients thermiques de l'acide sulfureux et de l'ammoniaque. Enfin, M. Zeuner a publié en 1881, dans le *Zivilingenieur*, une théorie des machines à gaz liquéfiés qui n'est autre que celle de Ledoux, mise au point à l'aide de données plus récentes, et qui contient en outre la théorie de la machine à acide carbonique liquide.

sont arrêtées par la seconde qui n'a plus qu'à vaincre la pression de l'aspirateur.

Les compresseurs à double effet sont, en Europe, de beaucoup préférés aux autres, à cause de leur prix moins élevé et de leur forme plus ramassée; mais ils s'usent plus vite parce que les cylindres horizontaux s'ovalisent, ce qui exige des réparations onéreuses. De plus, les boîtes à étoupes étant plus compliquées absorbent plus de travail. Enfin, en cas d'obstruction des cylindres, les accidents des machines à double effet sont graves à cause de la rigidité du lien qui rattache leur piston à celui du moteur.

Les compresseurs verticaux sont plus encombrants, plus chers, mais ne s'ovalisent pas, et durent beaucoup plus longtemps que les autres; ils sont, de plus, faciles à conduire, ont des presse-étoupes aisément étauches, et, à cause de leur transmission par courroies, donnent lieu à des accidents moins redoutables. Ce type de machines domine aux États-Unis.

Dans toutes les machines frigorifiques, on combat l'échauffement du compresseur dans la phase de refoulement, soit au moyen d'une enveloppe d'eau, soit plus efficacement par l'injection automatique d'une petite quantité de gaz liquéfié, laquelle fonctionne comme l'eau qui sature l'air dans les compresseurs à air (Voir p. 902).

Le *liquéfacteur* est constitué toujours par des tubes métalliques droits ou courbes (serpentins) parcourus par le gaz à liquéfier, et refroidis par une circulation d'eau. Les tubes droits ont cet avantage que, si quelques-uns s'obstruent, la machine continue de fonctionner; mais leur construction nécessite de nombreux *joints*, difficiles à faire, et qui sont rarement étanches sous des pressions élevées. Les serpentins réduisent au contraire au minimum le nombre des joints, mais ils doivent être multiples, pour que l'obstruction de l'un d'eux n'arrête pas le fonctionnement de la machine.

Le *détendeur* n'est, le plus souvent, qu'un robinet de réglage disposé entre le *liquéfacteur* et le *réfrigérant*, robinet que l'on commande à la main. D'autres fois, le détendeur est commandé automatiquement en utilisant la différence de pression qui existe entre les deux organes qu'il réunit.

Le *réfrigérant* est l'analogue, en sens contraire, du *liquéfacteur*. Le gaz liquéfié, refroidi par une rapide vaporisation, circule dans des tubes droits ou des serpentins baignés dans un liquide incougelable que des turbines agitent et forcent à circuler méthodiquement d'un bout à l'autre du réfrigérant.

Proposons-nous maintenant de passer en revue les principaux types de machines frigorifiques à gaz liquéfiés; si l'on considère que l'appareil Linde décrit

page 902 est en somme une machine frigorifique à air liquide et qu'il n'y a pas de machines à protoxyde d'azote, à acétylène ou à chlore liquide, on voit que, si l'on met à part l'acide carbonique, les machines frigorifiques en question se réduisent aux machines à ammoniac, à chlorure de méthyle et à acide sulfureux liquides; il y a lieu également de dire quelques mots des machines à *liquides mixtes*.

§ 1. — Machines frigorifiques à gaz ammoniac liquéfié.

Au point de vue chronologique, on peut citer les machines de « Carré » (1864), de « Linde » (1875), de « Kilbourn » (1879), de « Lavergne » (1880), de « Wood » et « Richmond » (1882), de « Fixary » (1883), de « Puplett » (1884), de « Lebrun » (1887),

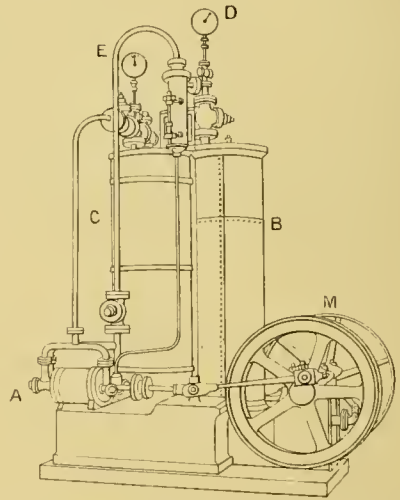


Fig. 1. — Machine frigorifique de Linde à ammoniac liquéfié. — A, compresseur horizontal à double effet actionné directement par le moteur M; B, liquéfacteur; C, cylindre frigorifique; D, manomètre indiquant la pression dans le liquéfacteur; E, manomètre indiquant la pression dans le serpentin de détente.

de « Rouart » (1889). Les types de machines à ammoniac créés aux États-Unis depuis 1889 sont extrêmement nombreux; il suffira de citer les machines « Friek », « Hercule », « Shou », « Ballantine », « Hesketh et Mariet » et celles de la « Arctic Co », de la « Case Refrigerating Co », de la « York Manufacturing Co », de la « Consolidated Ice Machine Co », etc.

Dans ces appareils, il est impossible d'employer le laiton ou le bronze; toutes les pièces sont en fonte, en fer ou en acier.

La machine « Linde » est une des meilleures machines à ammoniac actuelles (fig. 1). Son compresseur est horizontal, à double effet, accouplé au volant du moteur par une bielle et une manivelle. Le piston est à segments de fer, et s'applique sur les deux fonds du cylindre avec une rigoureuse exactitude, l'espace nuisible étant ainsi supprimé *mécaniquement*. Le presse-étoupes, d'où vient presque

toute la valeur de cette machine, est double, avec chambre intermédiaire remplie d'une huile minérale incongelable qui forme joint hydraulique, cette chambre étant réunie à l'aspiration par un petit tuyau. Dans ces conditions, la seconde garniture ne supporte qu'à la pression de l'aspiration (2 kilos) et n'a pas de gaz à retenir, mais simplement de l'huile liquide¹. Cette disposition supprime tout autre graissage, car l'huile entraînée goutte à goutte par la tige dans le cylindre est finement pulvérisée et lubrifie les organes intérieurs. Le réfrigérant et le liquéfacteur sont composés de serpents en

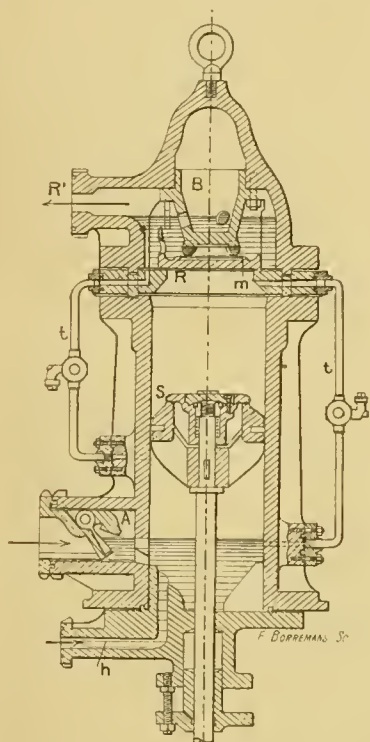


Fig. 2. — Compresseur de la machine de Lavergne à gaz ammoniac liquéfié. — A, soupape d'aspiration de l'ammoniac; h, tuyau d'alimentation du bain d'huile; S, soupape du piston laissant passer, lorsque le piston descend, Azl² et une partie notable de l'huile; R, soupape de refoulement unique baignant dans l'huile et sans autre ressort que l'ammoniac comprimé en B; R', tube de refoulement aboutissant au condenseur; m, anneau amortisseur des chocs par compression de l'huile entre lui et la partie inférieure de B; t, t, purgeurs. La compression a lieu pendant la montée du piston, l'huile redescendant en partie entre les segments de la garniture du piston et les parois du cylindre.

fer d'une seule pièce. Pour les pays tropicaux, où les pressions de refoulement peuvent atteindre

13 et 14 kilos, M. Linde emploie des compresseurs *compound* où la compression est faite en deux temps.

Il y a lieu de signaler un *type marin*, destiné aux vaisseaux, lequel porte sur un seul socle le moteur à vapeur et un compresseur *compound*. Le socle

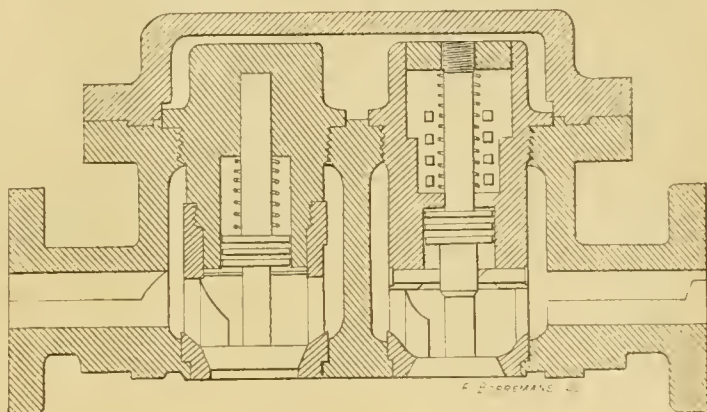


Fig. 3. — Soupapes de la machine frigorifique à gaz liquéfié de Wood et Richmond.

contient à l'intérieur le liquéfacteur, et sur ses flancs d'un côté le condenseur à vapeur, et de l'autre une pompe à eau puisant directement à la mer. La machine « Linde » est très répandue en Allemagne et en France.

Les machines de « Kilbourn » et de « Lavergne » sont verticales, à simple effet, avec deux compresseurs accouplés par manivelle à 180°; elles se distinguent par des détails de construction très remarquables en ce qui concerne les joints et les robinets.

Dans la machine de « Lavergne », très répandue aux États-Unis, dont la figure 2 montre le compresseur, la couche d'huile qui surmonte le piston est très épaisse; les segments du piston n'étant pas tout à fait étanches, la majeure partie de l'huile s'écoule pendant la montée du piston entre sa garniture et les parois du cylindre, le reste passant, par la soupape de refoulement, dans la circulation de graissage. Cette disposition complète l'étanchéité du piston, réduit les frottements, et dissipe la chaleur de compression du fluide.

La machine de « Wood » et « Richmond », répandue également aux États-Unis, est du même type que les deux précédentes. Les soupapes d'aspiration et de refoulement (fig. 3), disposées à la partie supérieure des compresseurs, sont particulièrement accessibles et faciles à régler du dehors. L'échauffement des compresseurs est combattu par l'injection automatique d'ammoniac liquide pulvérisé.

Les remarquables machines « Fixary », si répandues en France, sont de deux sortes : horizontales et verticales. Les machines verticales de faible puissance sont à un cylindre, les plus puissantes à deux; ces dernières machines sont caractérisées

¹ DIESEL : Observation sur la communication de M. G. Richard, relative aux machines à froid, *loc. cit.*, pp. 301 à 305. — Le brevet du presse-étoupes de Linde est tombé dans le domaine public en 1890, et depuis cette époque il a été adopté par la plupart des constructeurs de machines frigorifiques.

par les précautions prises pour éviter toute espèce de fuite (fig. 4). En effet, les deux compresseurs communiquent à la partie inférieure par une nappe d'huile D où les pistons viennent baigner. La couche d'huile qui surmonte les pistons supprime tout espace nuisible; quant aux fuites qui se produisent par les garnitures des pistons, elles viennent s'accumuler dans une chambre d'équilibre E, placée entre les deux cylindres et communiquant avec les soupapes d'aspiration B par l'intermédiaire d'une soupape de refoulement S qui s'ouvre dès que la pression du gaz dépasse une certaine valeur.

Quant aux boîtes à étoupes, elles sont entourées d'une gaine d'huile aa qu'une dérivation d'ammoniac liquide d venant du réfrigérant congèle en partie : l'huile forme alors autour de la tige du piston un joint pâteux absolument imperméable et

sans frottement. Ce joint se retrouve, mais beaucoup plus utilement, dans les machines horizontales à double effet, à peu près seules construites aujourd'hui, dont la boîte à étoupes est soumise directement à la pression de l'ammoniac comprimé. Dans ce cas, on donne au joint pâteux une longueur un peu plus grande que la course du piston, de manière que les parties de la tige qui pénètrent dans le compresseur ne voient jamais l'atmosphère. Les pertes de gaz sont ainsi totalement supprimées.

Dans les presse-étoupes, où circule l'huile refroidie, les garnitures en coton, chanvre ou amiante, rayaient à la longue la tige du piston du compresseur; on a remplacé ces garnitures par des bagues métalliques à pans coniques composées d'un alliage malléable de plomb, d'étain et d'antimoine, lesquelles assurent, sans qu'on ait à les remplacer plus d'une fois tous les deux ou trois ans, l'étanchéité de la garniture et suppriment l'usure de la tige du piston.

Dans les machines Fixary récentes, le refroidissement du gaz comprimé est obtenu, non par l'échauffement d'une circulation d'eau, mais par l'évaporation d'une petite partie de l'eau qui tombe en pluie sur les tubes du liquéfacteur; il

suffit donc de remplacer l'eau évaporée pour assurer le service de la liquéfaction. Dans les pays tempérés, ce système économise les 8/10^{es} de l'eau consommée par les condenseurs à immersion et réduit la force motrice pendant cinq ou six mois de l'année. Au point de vue pratique, ces condenseurs sont, sur les autres, l'avantage d'être facilement accessibles sur tous les côtés et faciles à surveiller, à entretenir et à nettoyer. Il y a lieu de signaler une machine Fixary, du type marin, créée récemment.

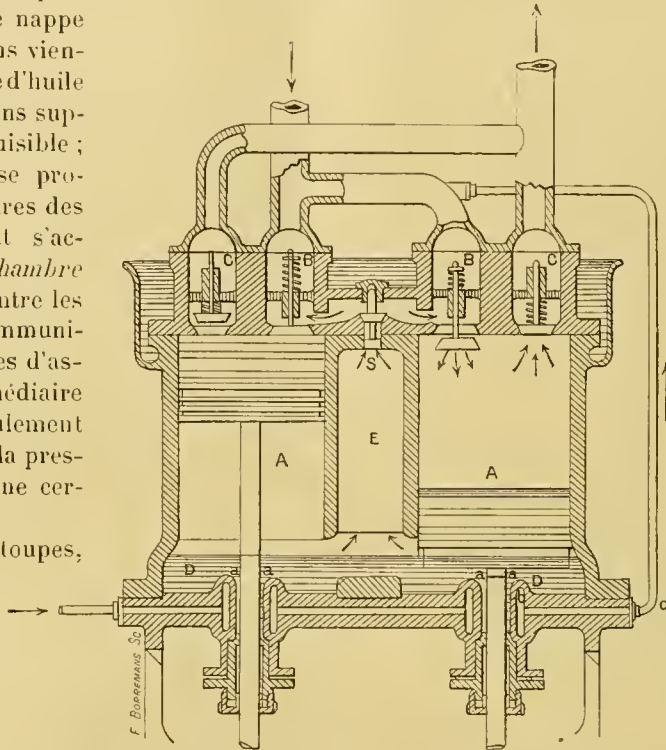


Fig. 4. — Machine frigorifique Fixary à gaz ammoniac liquéfié. — A, A, compresseurs; D, nappe d'huile; E, chambre d'équilibre; S, soupape de refoulement; B, B, soupapes d'aspiration; C, C, soupapes de dégagement; a, a, gaine d'huile autour de la tige de piston; d, dérivation d'ammoniac liquide.

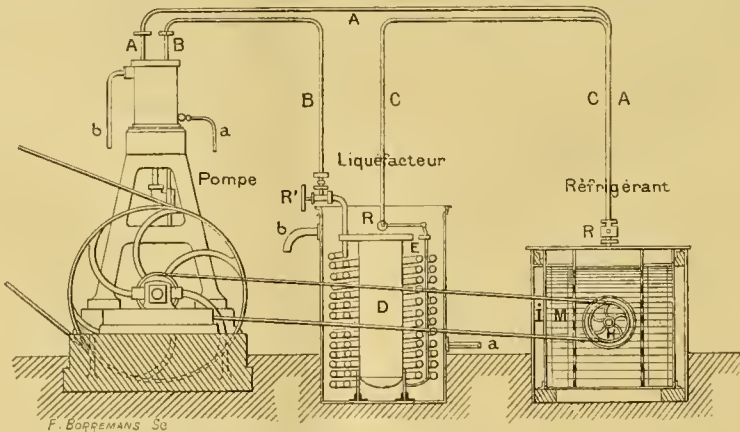


Fig. 5. — Forme primitive de la machine frigorifique Vincent à chlorure de méthyle. — A, tuyau d'aspiration du chlorure de méthyle gazeux; B, refoulement au liquéfacteur D; E, serpentín; C, tuyau amenant le chlorure liquéfié au robinet de détente R du bac à glace I; M, moutceau; II, turbine agitant le bain I; R', robinet d'isolement; ab, circulation d'eau du liquéfacteur.

Enfin, la machine anglaise de « Puplett » a un condenseur horizontal et à double effet recevant, comme celui de la machine « Wood » et « Richmond », une injection d'ammoniac liquéfié; elle est caractérisée par un liquéfacteur d'une forme spéciale.

§ 2. — Machines frigorifiques à chlorure de méthyle.

On peut citer la machine « Vincent » (1880) (fig. 5), actuellement construite par « Douane ». Dans les modèles puissants, les compresseurs sont doubles, verticaux et à simple effet; comme dans les machines « Fixary » ils communiquent entre eux par le bas avec un espace libre sans cesse en rapport avec l'aspiration, dont la pression est d'une atmosphère environ. Les boîtes à étoupes, protégées

d'ailleurs par une certaine hauteur de glycérine, étant sollicitées à l'intérieur et à l'extérieur par des forces égales, les fuites sont évitées.

Dans les machines de faible puissance, il n'y a qu'un cylindre compresseur dont le piston et les organes conducteurs sont enfermés dans une cage en fonte entièrement close. L'arbre qui donne le mouvement au piston traverse la paroi de la cage en fonte par un presse-étoupes.

Le réfrigérant se compose de serpentins de cuivre pour les gros appareils et d'un corps tubulaire de même métal pour les petits, disposés au milieu d'une bûche en tôle contenant un liquide incongelable.

La figure 6 représente la forme actuelle donnée par M. Douane à la machine « Vincent ».

§ 3. — Machines frigorifiques à acide sulfureux liquide.

Parmi celles-ci, on peut citer les machines « Recce » (1865), « Pietet » (1875), « Mackay » (1888). La machine « Pietet », qui est la principale, est caractérisée par un compresseur horizontal à double effet actionné directement ou indirectement par un moteur à vapeur (fig. 9). Le compresseur est à double enveloppe et parcourt, ainsi que la tige creuse du piston, par un courant d'eau.

Les presse-étoupes sont doubles, avec chambre intérieure et récupération des fuites par l'aspiration du compresseur. Comme dans la machine « Vincent » la pression d'aspiration est très voisine de la pression atmosphérique. Les soupapes sont silencieuses, très en évidence, très étudiées; les soupapes de refoulement sont munies d'amortisseurs. L'acide sulfureux liquide, étant un lubrifiant, permet de supprimer le graissage de tous les organes internes de la machine.

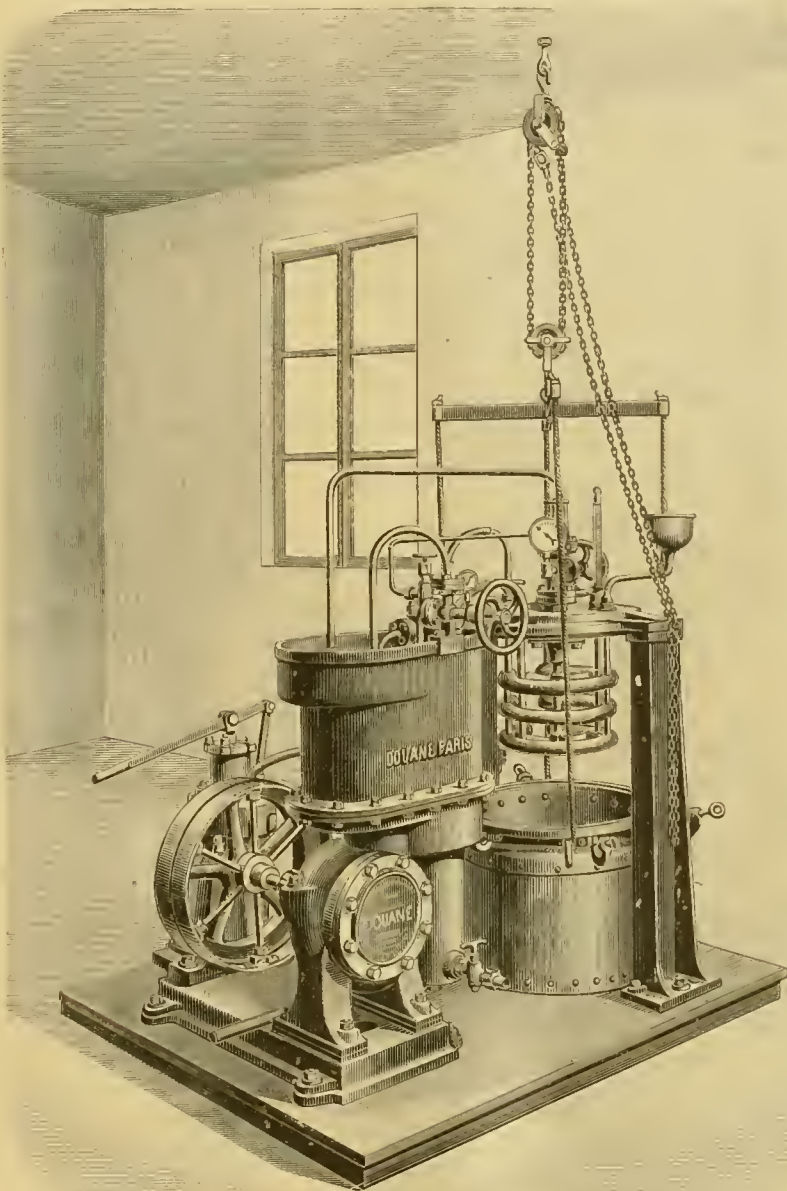


Fig. 6. — Forme donnée par M. Douane à la machine Vincent à chlorure de méthyle liquéfié.

Le réfrigérant (fig. 7), tout en cuivre, se compose de deux gros tubes horizontaux réunis latéralement par deux tubes demi-circulaires et verticalement par de nombreux tubes en U. L'ensemble plonge dans une dissolution de chlorure de calcium. Le presse-étoupes (fig. 8) se compose d'une boîte cylindrique remplie de bagues en matière plastique *f* que l'on a trempées dans de la paraffine pas trop chaude.

Ces bagues, de 10 à 12 millimètres d'épaisseur, embrassent exactement la tige du piston et entrent juste dans la boîte dans laquelle elles sont serrées modérément au moyen de pièces de serrage *b*, *c*, par l'intermédiaire de la bague métallique *a*. Les machines « R. Pictet » sont très répandues en France et dans les pays chauds.

§ 4. — Machines frigorifiques à liquides mixtes.

C'est à MM. Tessié du Motay et Rossi qu'est due l'idée d'employer les liquides mixtes résultant de l'absorption par l'éther de 50 % de son poids d'acide sulfureux ou de 6 % de son poids d'ammoniaque.

On obtient ainsi des liquides incolores fonctionnant comme un gaz liquéfié homogène, et n'ayant pas la fâcheuse propriété de facile inflammation qui a fait abandonner les machines à éther.

une certaine quantité d'acide carbonique liquide¹. La question de la supériorité des machines à « liquide Pictet » sur les autres a été jugée définitivement dans une série d'essais faite en 1890 à la

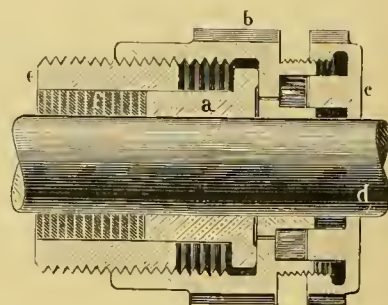


Fig. 8. — Presse-étoupes de la machine Pictet. — a, bague métallique; b, c, pièces de serrage; d, tige de piston; f, bagues en matière plastique trempées dans la paraffine.

Station d'essais de l'Association polytechnique de Munich, comparativement avec une machine « Linde » à ammoniac; la machine à « liquide Pictet » avait, en moyenne, un rendement de 23 % inférieur à celui de la machine à ammoniac liquéfié²; elle a été définitivement abandonnée.

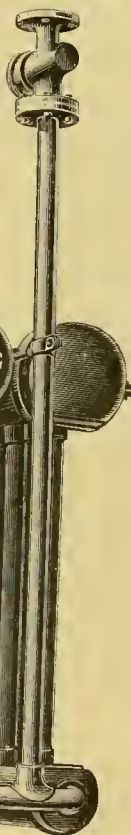


Fig. 7. — Réfrigérant de la machine frigorifique Pictet à anhydride sulfureux liquide.

Il y a aux États-Unis un très petit nombre de ces machines en fonctionnement.

Il y a lieu de citer la tentative faite par M. R. Pictet pour élever le rendement des machines à acide sulfureux liquide en mélangeant à ce corps

§ 5. — Rendement des machines frigorifiques à gaz liquéfiés.

Le rendement frigorifique est le rapport du nombre de calories absorbées par le réfrigérant à l'équivalent calorifique du travail correspondant indiqué au compresseur. Si T_1 est la température absolue du compresseur et T_0 la température absolue du réfrigérant, la valeur théorique du rendement frigorifique est donnée par $\frac{T_0}{T_1 - T_0}$; elle augmente lorsque la température du compresseur et la chute de température $T_1 - T_0$ diminuent, ensemble ou séparément.

Si on laisse de côté les machines frigorifiques à liquides mixtes, les machines décrites précédemment produisent en moyenne de 2.500 à 2.900 calories négatives, ou *frigories*, par cheval-heure indiqué au compresseur, ce qui veut dire qu'en une heure et pour un cheval indiqué au compresseur, le réfrigérant peut abaisser de 10° la température de 250 à 290 kilos d'eau.

¹ C.-E. GUYE : La Production du froid et ses récentes applications. *Revue générale des Sciences*, 1292, t. III, p. 635.

² Essais comparatifs de machines à froid exécutés à la Station d'essais de l'Association Polytechnique de Munich.

II. — APPLICATIONS DES MACHINES FRIGORIFIQUES A GAZ LIQUÉFIÉS.

Une des applications les plus importantes est la fabrication de la glace; mais les applications les plus nombreuses se font soit par l'intermédiaire de l'*air froid et sec*, soit par l'intermédiaire d'une *sauvure* refroidie sans cesse par la machine et qui circule d'une façon continue autour ou à l'intérieur des substances à refroidir.

§ 1. — Fabrication de la glace.

La fabrication de la glace, au moyen d'une eau préalablement stérilisée par la chaleur, est une véritable nécessité sociale. Il est surabondamment démontré aujourd'hui que la glace naturelle provenant de la congélation de l'eau des rivières, des lacs ou des marais est un véritable réceptacle à microbes, les froids les plus intenses ne détruisant pas ces micro-organismes. Toute glace naturelle doit donc être considérée comme suspecte, et la prudence la plus élémentaire consiste à n'employer pour l'alimentation que de la glace artificielle faite avec une eau stérilisée.

La congélation d'une eau aérée donne une *glace opaque*, légère et fondant vite; cette glace, à cause des bulles d'air qu'elle renferme et qui lui donnent son opacité, est plus hygiénique mais moins belle que la *glace transparente* obtenue avec de l'eau privée d'air. Comme cette dernière fond moins vite et par suite se conserve plus longtemps, et que le goût du public concorde avec l'intérêt des industriels, on ne fabrique guère pour la consommation que de la glace transparente¹.

Le procédé le plus employé consiste à refroidir une eau pure, privée d'air, renfermée dans des *mouleurs* mobiles placés dans des bacs où circule un liquide froid incongelable (fig. 9). On peut procéder par congélation lente, comme dans la nature, ou en agitant mécaniquement les mouleurs pour faciliter le départ de l'air dissous; ces deux procédés sont aujourd'hui abandonnés comme exigeant un matériel trop encombrant ou trop compliqué.

brochure de 87 pages, avec 21 planches. Imprimerie Chaix, Paris, 1891.

¹ Il est assez curieux de constater que les cafés font exception à cette règle, en exigeant de l'industrie des carafes frappées à *glace opaque*; il s'agit là uniquement d'une question de *visibilité*, et aussi beaucoup d'une question d'habitude.

La distillation préalable de l'eau destinée à être congelée donne une glace parfaitement stérilisée et

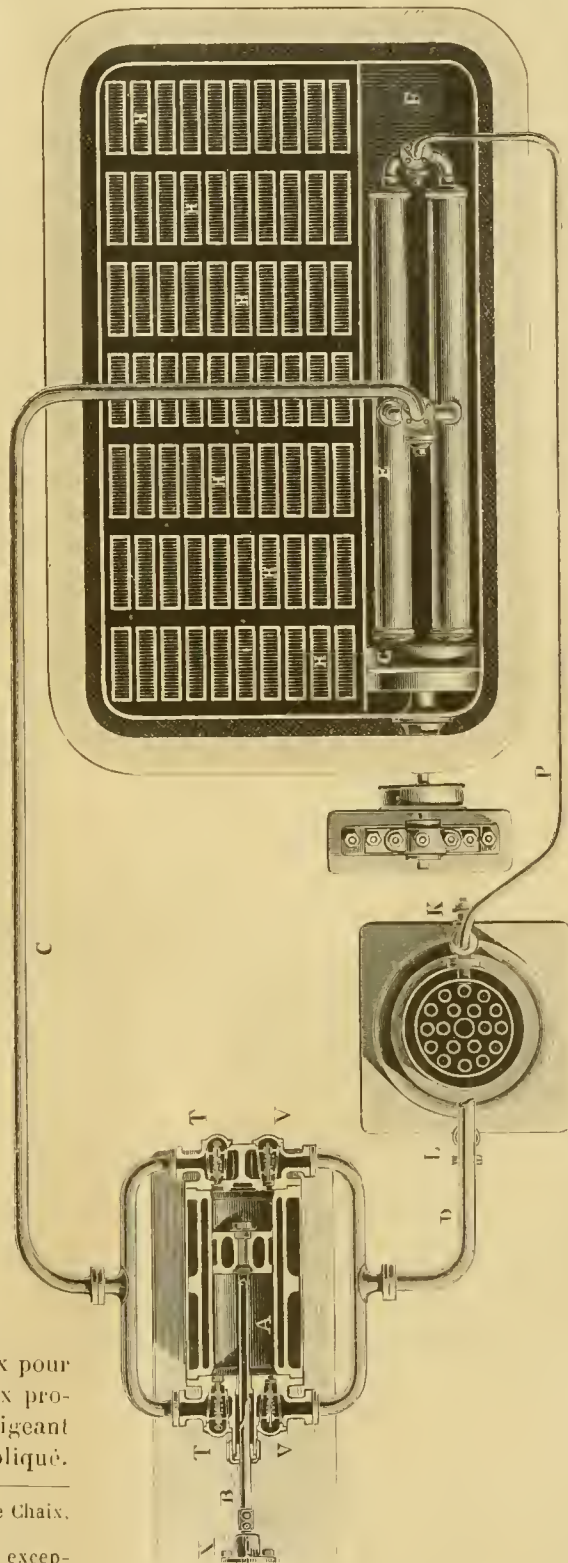


Fig. 9. — Plan de la machine Pictet pour la fabrication de la glace. — A, pompe de compression à double effet; B, piston compresseur à tige creuse; C, tuyau d'aspiration de SO_2 gazeux; D, tuyau de refoulement du gaz; E, réfrigérant représenté figure 7; F, cuve, de congélation; G, hélice pour agiter le bain incongelable; H, I, mouleurs; K, robinet de réglage à la sortie du condenseur vertical; L, robinet d'arrivée de l'eau de condensation; P, tuyau menant l'acide sulfureux liquide dans le réfrigérant; B', T', T, soupapes d'aspiration; V, V, soupapes de refoulement; X, jonction du piston du moteur avec le piston compresseur.

très transparente; mais la dépense supplémentaire de combustible augmente le prix de revient dans

des proportions inacceptables. On a tourné la difficulté en utilisant, pour la stérilisation de l'eau, la chaleur du moteur qui actionne la machine frigorifique. A cet effet, M. Linde (fig. 10) chauffe la chaudière de son moteur avec une chaudière auxiliaire qui produit de la vapeur à une température plus élevée que la première; dès lors, cette vapeur se condense dans la première chaudière tout en échauffant de celle-ci. L'eau, ainsi condensée sous pression, est amenée dans un récipient où règne la pression atmosphérique et où elle abandonne, par ébullition, l'air qu'elle contenait; elle passe ensuite dans les mouleaux après avoir, dans un échangeur de température, cédé une plus grande partie de sa chaleur à l'eau qui doit alimenter les deux chaudières. La solution de M. Linde donne une glace absolument parfaite, mais conduit à un appareil compliqué et coûteux.

La solution de M. de Stoppani, plus directe et plus économique, consiste à utiliser la vapeur d'échappement du moteur de la machine frigorifique. Cette vapeur, déjà partiellement condensée, passe dans un séparateur formé de lames de tôle disposées en chicanes où elle abandonne l'huile qu'elle avait entraînée; la vapeur achève ensuite de se liquéfier dans un condenseur à surfaces où une pompe à vide force l'eau à dégager l'air qu'elle avait dissous. Elle passe de là dans les mouleaux après avoir traversé un échangeur de température où l'on récupère la plus grande partie de la chaleur spécifique de l'eau pour chauffer celle qui doit alimenter la chaudière du moteur. La méthode de M. de Stoppani, adaptée ordinairement aux machines à ammoniac Fixary, a le très grand avantage de pouvoir être appliquée aux machines frigorifiques de tous les autres systèmes; mais elle donne une glace moins pure que le procédé Linde.

Si l'on part en moyenne d'eau à $+ 20^{\circ}$, il faudra lui enlever $20 + 80 = 100$ calories par kilo pour la transformer en glace; ce qui montre, d'après la page 950, que les machines frigorifiques décrites

précédemment produisent de 25 à 29 kilos de glace à l'heure par cheval indiqué au compresseur.

Mais ce sont là des machines industrielles à production énorme et économique. Les machines à glace à très faible production ont, à un autre point de vue, un très grand intérêt aussi, mais un intérêt *domestique* et non industriel; elles permettent de faire de la glace dans les endroits isolés (châteaux, pleine campagne), où il est absolument impossible de s'en procurer, quel que soit le prix qu'on y mette. De telles machines domestiques s'imposent tout particulièrement aux colonies, où l'emploi quotidien de la glace pure est une nécessité plus encore qu'un luxe.

La maison « Douane » s'est faite une spécialité de ces sortes de machines; la plus remarquable est

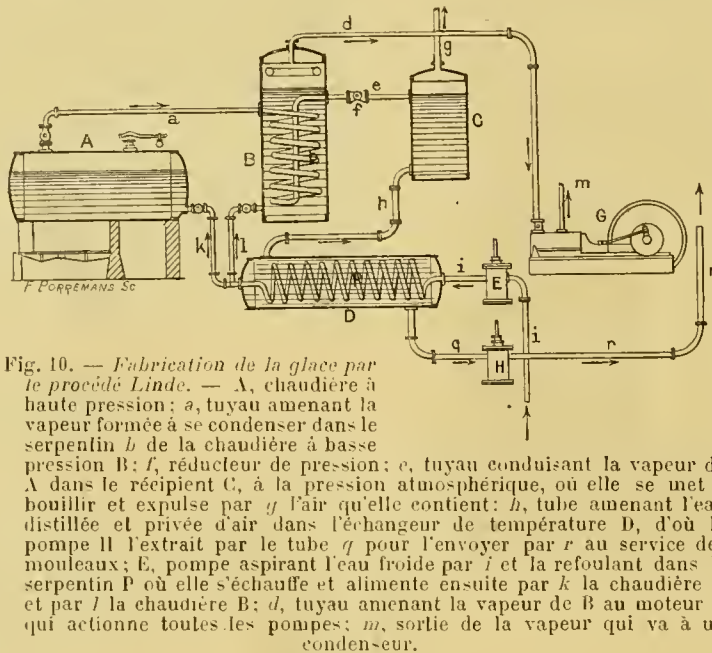


Fig. 10. — Fabrication de la glace par le procédé Linde. — A, chaudière à haute pression; a, tuyau amenant la vapeur formée à se condenser dans le serpentin b de la chaudière à basse pression B; f, réducteur de pression; e, tuyau conduisant la vapeur de A dans le récipient C, à la pression atmosphérique, où elle se met à bouillir et expulse par g l'air qu'elle contient; h, tube amenant l'eau distillée et privée d'air dans l'échangeur de température D, d'où la pompe H l'extrait par le tube g pour l'envoyer par r au service des mouleaux; E, pompe aspirant l'eau froide par i et la refoulant dans le serpentin P où elle s'échauffe et alimente ensuite par k la chaudière A et par l la chaudière B; d, tuyau amenant la vapeur de B au moteur G qui actionne toutes les pompes; m, sortie de la vapeur qui va à un condenseur.

un appareil d'un poids total de 58 kilos (fig. 11), démontable en pièces dont la plus lourde pèse 30 kilos et qui, mû par deux manœuvres quelconques, donne, après un quart d'heure de marche, de 300 à 400 grammes de glace, soit de 1.200 à 1.500 grammes en une heure. Cette machine fonctionne au moyen d'un cycle chlorure de méthyle (fig. 5.)

Au point de vue historique, elle est la perfectionnement

de l'ancien appareil domestique de Vincent (fig. 12) lequel, grâce à ses formes ramassées et à l'introduction du compresseur dans l'enveloppe du condenseur, était mû à bras d'homme et donnait de 2 à 3 kilos de glace à l'heure.

§ 2. — Production de l'air froid.

On peut refroidir l'air par contact direct avec un liquide incongelable ou utiliser directement le réfrigérant de la machine frigorifique. Dans le premier système, on fait passer l'air à travers des surfaces mouillées par une saumure froide ou à travers un *ruissellement* (systèmes d'Osenbrueck et de Linde), ou même une véritable *pluie* d'eau salée (systèmes Linde et Pictet). Il y a alors un très grand contact entre le liquide et l'air, et celui-ci se refroidit

pendant que l'eau salée froide et fortement hygrométrique absorbe les gouttelettes de vapeur condensée; comme celles-ci ont pour noyaux les corpuscules organiques ou inorganiques entraînés mécaniquement par l'air, il s'ensuit que celui-ci se purifie en même temps qu'il se dessèche et se refroidit.

Les refroidisseurs « Linde » à surfaces mouillées se composent d'axes horizontaux et parallèles portant chacun une série de disques en tôle espacés de quelques centimètres et dont la partie inférieure plonge dans un bac qui

contient le bain incongelable d'eau salée. Par une rotation lente, ces disques se recouvrent d'une mince couche d'eau salée et forment une série de canaux étroits et parallèles dans lesquels l'air, chassé par des ventilateurs à hélice, se refroidit.

Le refroidisseur « Rouart » se compose de toiles métalliques verticales sur lesquelles circule une dissolution de chlorure de magnésium.

Le seul inconvénient de ce système est que le titre de la saumure va constamment en diminuant, en même temps que son volume augmente, par suite de l'absorption de l'humidité de l'air. Il faut avoir soin de soutirer l'excès de liquide et d'ajouter du sel, de manière à maintenir son titre constant.

Le second système, dans lequel tout liquide incongelable est supprimé, conduit évidemment à des appareils plus simples; mais il a un gros défaut, c'est que l'air qui vient se refroidir au contact du serpentín du réfrigérant de la machine frigorifique abandonne en même temps, sous forme de *givre*, l'humidité qu'il contient. Cette couche de givre constitue un écran mauvais conducteur de la chaleur qui annihile bientôt l'action réfrigérante

du serpentín; il faut donc *dégivrer* celui-ci. Un grand nombre de solutions de ce problème ont été proposées.

Un des plus simples consiste à munir le réfrigérant de plusieurs serpentins indépendants et pouvant être isolés les uns des autres. Dès que l'un est givré, on l'isole, le courant de gaz liquéfié intérieur passant dans un autre serpentín, et l'on fait fondre le givre par exemple au moyen de la chaleur empruntée à l'air extérieur; mais ce moyen est lent et peu efficace. On peut aussi faire passer dans l'intérieur du serpentín givré un courant d'air chaud, ou même de vapeur d'eau. La société « Linde » préfère utiliser le serpentín givré comme dérivation momentanée du liquéfacteur de la machine; la chaleur de vaporisation considérable dégagée par les vapeurs d'ammoniaque au moment de leur liquéfaction sous pression se transmet à travers l'épaisseur du serpentín de fer, et le givre fond aussitôt.

M. Fixary a eu l'idée d'opérer le dégivrement du serpentín isolé A en faisant passer d'abord sur lui l'air chaud et humide qui doit ensuite aller se refroidir sur le serpentín suivant B, refroidi, inté-

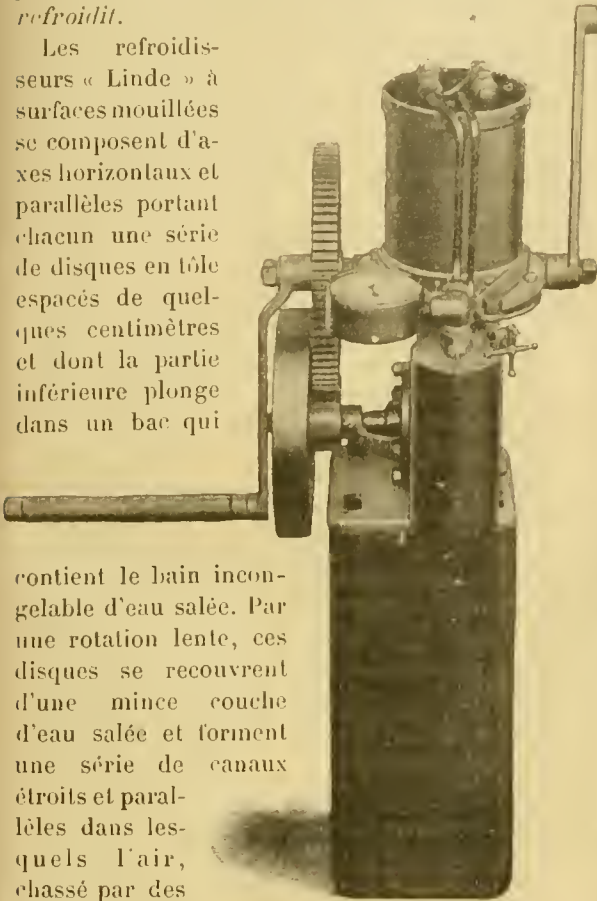


Fig. 11. — Machine Donau à bras pour la fabrication domestique de la glace.

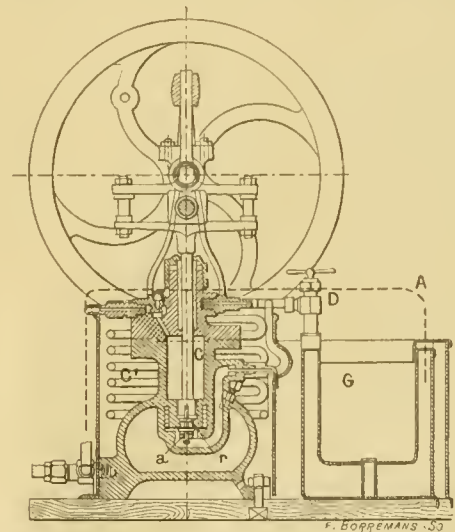


Fig. 12. — Appareil domestique Vincent pour la fabrication de la glace. — C, compresseur à simple effet; a, soupape; C', serpentín liquéfacteur; D, robinet de détente du bac à glace G; A, indications en traits discontinus du tube par lequel les vapeurs détendues du chlorure vont du bac à glace à l'aspiration du compresseur.

rieurement par l'ammoniaque liquide détendu; dès lors, l'air fait fondre une partie du givre de A et va ensuite se dessécher sur B. Lorsque A est ainsi dégivré et que B ne fonctionne plus, on renverse, par un jeu de robinets, la circulation de l'air qui se fait alors de B sur A, tandis que l'ammoniaque passe de nouveau à l'intérieur de A.

Toutes les solutions du second système ont le même inconvénient, c'est que l'air qui se refroidit au contact des serpentins réfrigérants et qui dépose son givre sur eux n'a pas, avec ces surfaces métalliques, le contact intime qu'il a avec la saumure liquide dans le premier système; en particulier, les poussières qu'il transporte avec lui ne paraissent pas arrêtées d'une façon aussi efficace et l'on peut se demander si la solution si élégante du dégivrement donnée par M. Fixary n'a pas pour effet d'augmenter le nombre des germes que contient l'air. D'autre part, la nécessité, pour le machiniste qui conduit l'opération de la réfrigération de l'air, de surveiller l'état de givre ou de dégivrement des serpentins réfrigérants nécessite une surveillance qui ne peut être efficace que dans une installation de petite ou moyenne importance, comme l'est, par exemple, celle d'un navire frigorifique. La méthode de refroidissement de l'air par surfaces mouillées au moyen d'une saumure incongelable, entièrement automatique, paraît, au contraire, éminemment applicable aux très grandes installations frigorifiques, comme celle des abattoirs de Magdebourg.

Les considérations relatives aux avantages et aux inconvénients des deux systèmes d'obtention de l'air sec et froid sont, en quelque sorte, justifiées *a posteriori* par les derniers perfectionnements apportés à la méthode Fixary, laquelle est actuellement une combinaison heureuse des deux systèmes primitifs.

Les serpentins évaporateurs de la machine frigorifique plongent partiellement dans le liquide incongelable occupant le fond d'un réservoir et partiellement dans l'air à refroidir, qu'un ventilateur fait circuler à la surface des serpentins.

D'autre part, une pompe aspire le liquide incongelable dans le bas du réservoir et le refoule dans des tubes perforés placés au-dessus des serpentins d'où il ruisselle en pluie uniforme sur la surface de ceux-ci. Ce bain salé, refroidi par la machine frigorifique, empêche la formation du givre et absorbe l'humidité dans l'air à refroidir.

Il ne saurait être question, pour le moment du moins, de la production de l'air froid et sec au moyen de l'air liquide; c'est une application possible, désirable même, qui viendra à son heure, lorsque l'industrie de l'air liquide se sera généralisée.

Le grand intérêt de la production de l'air froid est dans la conservation des matières alimentaires fermentescibles par l'air froid *sec*¹; comme application de celui-ci, on peut citer : la conservation

des viandes dans les abattoirs, leur transport par bateaux frigorifiques¹, le ravitaillement des places fortes au moyen d'entrepôts frigorifiques, la conservation du lait, la conservation des graisses destinées à la fabrication de la margarine, la conservation des cadavres en médecine légale.

L'air froid et sec permet en outre de modérer et de conduire à volonté la marche des fermentations par levure basse (*Saccharomyces cerevisiae*) dans les brasseries², de la fermentation par les *mucors* dans les fromageries, de la croissance du ver à soie dans les magnaneries, de la fermentation du vin en Algérie, de la croissance en serre de certaines plantes, comme le lilas blanc, qu'il y a intérêt à obtenir très tardivement, etc.

§ 3. — Applications des machines frigorifiques obtenues par circulation de saumures froides.

Elles sont extrêmement nombreuses; il suffira de citer la solidification et le démoulage du chocolat, le fonçage des puits et des tunnels dans les terrains aquifères par le procédé Poeltsch (1886), la décantation des vins de Champagne et de Saumur champagnisés par congélation du dépôt³, l'extraction du sel des solutions concentrées par le procédé Conrad Hirtzel, la concentration par congélation des liqueurs alcooliques, des jus sucrés ou des eaux minérales (Châtel-Guyon), l'extraction des matières cireuses contenues dans les parfums naturels, la congélation et l'entretien des *skating-ring*, la fabrication de la nitro-glycérine, etc.

III. — APPLICATIONS DES GAZ LIQUÉFIÉS AUTRES QUE LE FROID INDUSTRIEL.

§ 1. — Applications de l'air liquide.

A côté des applications purement physiques provenant de sa très basse température (mesure de différents phénomènes physiques à la température du bain d'air liquide sous la pression de l'atmosphère) se place l'application médicale consistant dans une projection d'air liquide sur la peau dans le cas de certaines affections chirurgicales, d'origine microbienne, telles que l'abcès du pied, le lupus, l'anthrax; à l'anesthésie provoquée par le froid succède, comme l'a constaté le Dr Campbell White, de New-York, une *hyperhémie* persistante qui favorise la phagocytose et amène finalement la guérison de l'affection traitée⁴; les projections d'air

¹ OLIVIER : Revue d'Hygiène (Valeur hygiénique des viandes congelées), *Revue gén. des Sciences*, t. IX, p. 240.

² PETIT : L'état actuel et les besoins de l'industrie de la Brasserie, *Revue gén. des Sciences*, t. X, p. 9.

³ CORDIER : L'état actuel de l'industrie des vins de Champagne, *Revue gén. des Sciences*, t. X, p. 99.

⁴ C. LINDE, dans *Zeitschrift der Vereines deutscher Ingenieure*, t. XLIV.

¹ L'air froid et *humide* n'empêche pas la putréfaction; c'est pour cela qu'on ne peut pas conserver la viande de boucherie au moyen de la glace.

liquide paraissent donc agir à la façon d'un révérsif.

À l'emploi de l'air liquide comme force motrice se rattache ce qui suit :

On a pu voir fonctionner, à la récente Exposition d'automobiles de New-York, comme aussi à Paris vers la fin de l'Exposition Universelle, l'automobile à air liquide de M. Tripler¹; il offre une très grande ressemblance avec les « autos » à pétrole, et un homme seul le conduit sans difficulté. L'air liquide, puisé au fond d'un réservoir L (fig. 13), passe d'abord dans un serpentín de dilatation I ou détenteur où il se vaporise, puis dans un serpentín horizontal MN appelé radiateur, placé au-dessous de la voiture, où les vapeurs sont amenées à une température voisine de la température atmosphérique grâce au rapide renouvellement de l'air. L'air passe ensuite dans un égalisateur de pression E

qui annule autant que possible les variations brusques de pression lorsque, par l'effet du robinet F dit de rapide pression, on admet directement dans le moteur l'air qui vient du réservoir, sans le faire passer par l'égalisateur de pression. L'air

liquide, ainsi réchauffé, donne naissance à un énorme volume de gaz à la température ordinaire, lequel peut faire marcher un moteur du genre de la turbine de Laval. On peut faire à ce sujet toutes les suppositions que l'on voudra, M. Tripler n'ayant rien livré de son moteur.

Le serpentín de dilatation est renfermé dans un cylindre métallique placé à côté du réservoir à air liquide dans la caisse de la voiture, derrière le siège du conducteur.

Le réservoir à air liquide est en cuivre, d'une contenance de 10 gallons (45 lit. 4) et à double paroi, dont l'intervalle est rempli d'air et d'une matière mauvaise conductrice de la chaleur. De la partie supérieure du réservoir partent 4 tubes. Le premier est un tuyau d'alimentation qui part du fond du cylindre intérieur et porte l'air liquide dans le serpentín de dilatation I; le conduit voisin

se prolonge sous forme de serpentín dans l'air liquide et aboutit au robinet de rapide pression F; le troisième conduit part du sommet de l'air gazeux pour aboutir, d'une part, à un manomètre métallique A sans cesse sous les yeux du conducteur, de l'autre à une soupape de sûreté. Un robinet de secours II permet de mettre, au besoin, ce conduit en communication avec le serpentín de dilatation I; enfin, le quatrième tube K n'est qu'un orifice servant au remplissage du réservoir.

La provision d'air liquide employée est suffisante pour faire un parcours ininterrompu de 50 milles; comme la « Tripler Liquid Air Company » s'engage à fournir l'air liquide au prix de 0 fr. 75 le gallon, il s'ensuit que l'automobile fait 1 mille avec une dépense de 0 fr. 15.

À côté de l'automobile Tripler, citons celui de la « Liquid Air Power and Automobile Company », de

Boston (Massachusetts) (capital = 5.000.000 de dollars!). De l'automobile, nous dirons seulement ceci: du réservoir d'air liquide, porté par la voiture, l'air est aspiré puis refoulé dans des serpentins chauffés par des tills qui s'enroulent

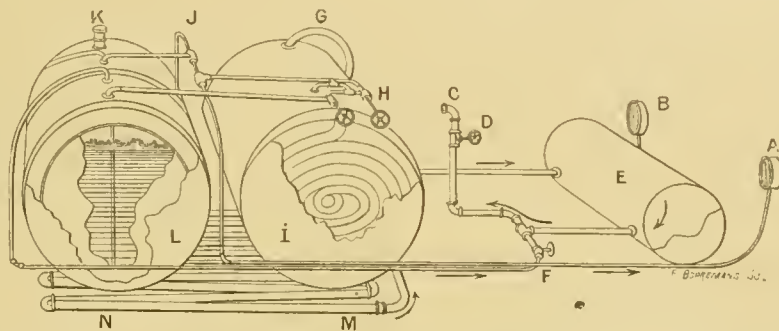


Fig. 13. — Organes de l'automobile Tripler à air liquide. — L, réservoir à air liquide; I, serpentín de dilatation ou détenteur; MN, radiateur; E, égalisateur de pression; F, robinet de rapide pression; A, B, manomètres; C, tube conduisant l'air comprimé au moteur; D, robinet de réglage; H, robinet de secours; K, orifice de remplissage du réservoir; G, J, tubes accessoires.

qui proviennent d'une dynamo mise en mouvement par une turbine actionnée par l'air sortant des serpentins. Le mouvement de l'induit de la dynamo est transmis par des engrenages et des arbres aux roues de derrière de la voiture. L'emploi de poulies à rayon variable permet d'augmenter à volonté et dans une proportion considérable l'effort communiqué à l'engrenage de marche, ce qui est nécessaire quand on veut monter une côte ou aller sur des routes détremées.

Alors que les applications de l'air liquide comme réfrigérant restent fort circonscrites, ses applications comme force motrice, donnant lieu à des machines légères sans combustible et sans flamme, peuvent se multiplier sans qu'on puisse taxer cet espoir de déraisonnable.

Il est intéressant de signaler les propriétés explosives de l'air liquide en présence des carbures d'hydrogène liquides, et les essais pratiques auxquels s'est livrée une commission officielle nommée par le Gouvernement autrichien. On formait des

¹ D'après le *Scientific American* du 1^{er} décembre 1900, p. 243.

cartouches en faisant absorber à du *kieselguhr* (marne siliceuse, terre d'infusoires) de l'huile minérale, et on saturait le tout avec de l'air liquide; on portait ensuite les cartouches au fond de trous profonds creusés dans le roc, et on les faisait détoner à l'aide d'une capsule de fulminate de mercure. Les expériences montrèrent que le mélange d'air liquide et d'huile minérale est un explosif puissant, mais moins efficace toutefois que la dynamite, le fulmi-coton ou la gélatine explosive. Ce mélange explosif est avantageux pour les mines, parce que le transport des cartouches n'est pas dangereux et que les gaz dégagés par l'explosion ne sont pas vénéneux et irrespirables comme ceux que dégagent

les explosifs habituellement employés. Les ratés eux-mêmes ne sont pas dangereux, pour cette raison qu'au bout de 15 minutes environ les cartouches chargées ont perdu leur pouvoir explosif, par suite de l'évaporation de l'air liquide. Il suffit donc d'attendre ce temps pour pouvoir enlever sans danger une cartouche qui a raté, ce qui est toujours dangereux avec les explosifs usuels. D'autre part, l'efficacité d'une cartouche saturée d'air liquide va en diminuant constamment depuis le moment de la saturation jusqu'à l'évaporation complète de l'air; par suite, son pouvoir explosif est inégal, inconnu à l'avance et, par conséquent, impossible à régler. La contre-partie de cet inconvénient sérieux est que l'on n'a plus à craindre le vol du corps explosif, vu

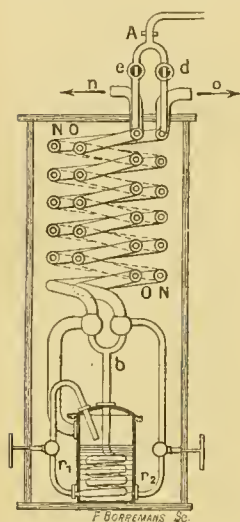


Fig. 14. — Séparateur d'oxygène et d'azote. — A, arrivée de l'air comprimé; NO, liquéfacteur à contre-courant; b, écoulement de l'air liquide; r_1 , robinet permettant d'envoyer l'air liquide dans le collecteur; r_2 , robinet pour l'évacuation de l'oxygène liquide; n, sortie de l'azote; o, sortie de l'oxygène; c, d, robinets.

la rapidité avec laquelle se perd cette propriété.

L'essai d'application qui vient d'être signalé conduit naturellement à insister sur la façon dont s'opère l'évaporation de l'air liquide⁴. Au moment de sa liquéfaction, l'air liquide a très sensiblement la composition de l'air atmosphérique; lorsqu'il s'évapore, il se produit une distillation fractionnée, et l'azote, beaucoup plus volatil que l'oxygène, s'échappe en quantité plus grande que celui-ci, de sorte que les vapeurs sont plus riches en azote que l'air atmosphérique, tandis que le liquide restant

est d'autant plus riche en oxygène que l'évaporation dure depuis plus longtemps. C'est sur ce phénomène qu'est fondé l'appareil ci-contre (fig. 14), construit par le Professeur Linde pour la séparation automatique des deux composants de l'air et qu'il faut, par la pensée, mettre à la place de l'échangeur F dans la machine à air liquide de la figure 1 de la première partie (page 903).

L'air comprimé, distribué en A à deux appareils à contre-courant N et O, se rassemble de nouveau en b, s'écoule par un serpentín placé dans le collecteur, et arrive enfin par le robinet r, dans ce collecteur où une partie (principalement de l'oxygène) reste liquéfiée, tandis que l'autre partie (principalement de l'azote) retourne par le serpentín extérieur de N, et sort en n. En se liquéfiant dans le serpentín, l'air dégage sa chaleur de vaporisation, et provoque l'évaporation de l'air liquide rassemblé dans le collecteur. On règle le niveau du liquide dans le collecteur au moyen du robinet r, qui laisse passer de l'oxygène liquide plus ou moins pur, lequel va dans le serpentín extérieur O et sort en o après avoir refroidi l'air comprimé qui arrive. On manœuvre les robinets c et d de façon que la température de sortie des gaz de n et o soit inférieure de quelques degrés seulement à la température de l'air comprimé en A. On peut obtenir ainsi en o un mètre cube de gaz à 50 % d'oxygène par cheval-heure; quant au gaz sortant par n, il renferme, au début de la vaporisation, 92 % d'azote et 8 % d'oxygène; la proportion de ce dernier gaz augmente avec la durée de la vaporisation. La plus précieuse des applications de l'air liquide paraît être la préparation à bon marché des mélanges d'oxygène et d'azote riches en oxygène; on a essayé, grâce à cet air suroxygéné, de simplifier certaines préparations chimiques, celle de l'acide sulfurique, par exemple; l'usine « Rhenania », en particulier, a fait des essais très sérieux qui ne paraissent pas avoir très bien réussi. La conclusion de tout cela est que, si l'air liquide est plein de promesses pour l'avenir, il a, jusqu'ici, beaucoup moins tenu que promis.

§ 2. — Applications du chlore liquide.

Indépendamment de ses applications dans les laboratoires de chimie pure, le chlore liquide est utilisé dans l'industrie du papier, dans l'extraction de l'or et dans l'industrie des produits organiques et des matières colorantes⁵; il sert enfin pour les analyses métallurgiques et comme désinfectant.

§ 3. — Applications du chlorure de méthyle.

En dehors de la fabrication des produits méthylés, le chlorure de méthyle sert encore à l'extraction

⁴ BALLY : *Phil. Magazine*, juin 1900.

⁵ JAUBERT : *Dict. de Wurtz*, 2^e suppl., 39^e fasc., p. 644.

des parfums; il faut pour cela qu'il soit parfaitement pur et qu'il ait été traité à l'état gazeux par de l'acide sulfurique concentré, qui retient l'odeur désagréable du liquide commercial. On procède alors de la manière suivante : on remplit un vase *digesteur* avec les fleurs dont on veut avoir le parfum; on ferme l'appareil et on fait arriver du chlorure de méthyle pur de manière à baigner les fleurs; après deux minutes de digestion, on fait écouler par la partie inférieure du vase le liquide qui filtre ainsi sur les fleurs, et on renouvelle le liquide plusieurs fois de façon à épuiser méthodiquement les fleurs. Après la dernière opération, on récupère le chlorure de méthyle retenu par celles-ci, au moyen d'un courant de vapeur d'eau que l'on condense, le gaz étant recueilli dans son gazomètre, puis desséché et comprimé. Le chlorure de méthyle, chargé de parfum, est rassemblé dans un vase que l'on porte à 30° avec un courant d'eau et où on fait le vide pour vaporiser le dissolvant; le parfum reste associé à des matières grasses et cirieuses qu'il suffit de traiter par l'acool pour obtenir le parfum absolument pur. Le chlorure de méthyle évaporé est de nouveau condensé et rentre dans la circulation.

Cette élégante méthode, due à M. Camille Vincent, permet l'extraction des parfums trop altérables pour être obtenus par distillation et qu'on recueille ordinairement par dissolution à froid dans la graisse, comme ceux du jasmin et de la violette¹.

§ 4. — Applications de l'acide sulfureux liquide.

L'anhydride sulfureux *pur* est employé dans la fabrication du sucre où il fonctionne comme un excellent agent décolorant remplaçant avantageusement le noir animal, et jouissant d'une action antiseptique qui prévient les altérations et les fermentations des jus sucrés et qui facilite leur cristallisation pendant la cuisson.

L'acide sulfureux liquide est aussi employé pour le blanchiment des matières *animales*, soies, laines, plumes, éponges, colles, gélatines, etc., ou *végétales* : coton, paille, objets en osier, herbes, gomme arabique, etc. On l'emploie alors pour préparer les dissolutions dans l'eau bouillie, d'un titre déterminé, dans lesquelles on plonge les matières à blanchir pendant un laps de temps variant de huit à vingt heures.

L'anhydride sulfureux liquide est un puissant agent de désinfection pour les locaux malsains ou contaminés, les linges d'hôpitaux, etc., et de destruction des microbes et des insectes parasites. Il est intéressant de constater que, dans la désin-

fection des appartements contaminés, l'anhydride sulfureux pur laisse intactes les dorures et les parties métalliques, tout en ayant une grande force de pénétration.

Les propriétés antiseptiques de ce corps sont utilisées dans le traitement des vins pour supprimer la « graisse » et arrêter les fermentations anormales, pour la conservation des fruits conlits et de tous les liquides fermentés. Les dessécheurs de morue s'en servent pour détruire le *champignon rouge* qui cause la putréfaction des morues pendant le séchage; il sert aux minotiers pour détruire les charançons des greniers à blé, en médecine pour traiter la gale et certaines maladies de la peau, etc.

Enfin l'anhydride sulfureux liquide est souverain pour l'extinction des feux de cheminée¹.

§ 5. — Applications du chlorure d'éthyle.

Ce corps sert en médecine pour l'anesthésie locale. A cet effet, on brise la pointe effilée de l'ampoule de verre qui le contient et on dirige le jet de liquide sur la partie du corps dont on veut amener l'insensibilité². Le chlorure d'éthyle est, en outre, employé dans l'industrie des matières colorantes artificielles et dans celle des produits pharmaceutiques.

IV. — TRANSPORTS ET DOUANES.

On peut se demander comment il se fait que l'industrie des gaz liquéfiés, si utile à tant de points de vue, se soit développée si tard en France, alors qu'elle était florissante en Allemagne et que nous étions tributaires de ce pays pour cette sorte de produits. L'Administration française s'est cependant montrée assez libérale envers notre industrie en ne frappant d'aucun droit particulier la fabrication et la liquéfaction des gaz. Toutefois, elle fait une différence entre les fabriques « de glace ou de réfrigération » (pour employer la nomenclature officielle) qui emploient l'anhydride sulfureux, et celles qui emploient les autres gaz liquéfiés, le gaz ammoniac y compris, les premières étant dans la *deuxième catégorie* (émanations nuisibles), tandis que les secondes sont en troisième catégorie. L'emploi de machines frigorifiques à anhydride sulfureux liquide dans les fabriques d'extraits de parfums, comme celles de M. Chiris à Grasse et à Moscou, démontre jusqu'à l'évidence qu'il y a lieu de revenir sur cette classification remontant au décret déjà ancien du 7 mai 1878. Mais là n'est pas la vraie cause du trop lent développement de notre industrie. L'étude des précautions excessives im-

¹ CAMILLE VINCENT, dans *La Nature*, 8^e année 1880, 1^{er} semestre, p. 86.

² L'Anhydride sulfureux liquéfié chimiquement pur, ses propriétés et ses usages industriels. Compagnie industrielle des procédés Pictet.

² MONNET, dans *Revue de chimie industrielle*, 1892, t. III, p. 38.

posées pour le transport des gaz liquéfiés et la véritable rançon exigée des producteurs par les Compagnies de chemins de fer et de navigation jetteront une assez vive lumière sur les entraves apportées au développement de notre industrie par ceux-là mêmes qui auraient intérêt à la protéger et à l'encourager. Comme les questions industrielles sont inséparables des questions économiques, quelques renseignements fournis sur le fonctionnement de la Douane à l'égard des gaz liquéfiés ne paraîtront peut-être pas inutiles.

§ 1. — Transport des gaz liquéfiés.

Le transport par chemin de fer des gaz liquéfiés est soumis à un règlement publié sous forme d'*Arrêté* en date du 12 novembre 1897, par les ministres des Travaux Publics, de la Guerre et des Finances. Si on laisse de côté : l'air liquide, qui n'a pas encore, au moins en France, donné lieu à un transit, l'acide carbonique, qui sera traité à part, et le chlorure d'éthyle qui n'est pas expressément visé en tant que gaz liquéfié, on peut résumer ainsi qu'il suit les prescriptions ministérielles relatives au transport des gaz liquéfiés.

Le protoxyde d'azote, l'acétylène, le chlore anhydre, le gaz ammoniac et l'anhydride sulfureux liquides doivent être renfermés dans des récipients en *fer forgé* ou en *acier doux recuit*; dans le cas de l'anhydride sulfureux, le récipient peut être en cuivre¹ ou en acier simplement doux. Dans le cas unique du chlorure de méthyle, il n'est rien spécifié sur la nature du vase, qui doit offrir, sous la responsabilité du fabricant, une résistance suffisante, et n'être rempli qu'aux neuf dixièmes. La question de la résistance du récipient est très nettement explicitée pour les autres gaz liquéfiés.

Avant leur mise en service, ces récipients devront être soumis, aux frais des intéressés, à une épreuve officielle constatant qu'ils supportent, sans fuites ni déformations permanentes, une pression par centimètre carré égale à 150 kilos² pour le protoxyde d'azote et l'acétylène liquides, à 100 kilos pour le gaz ammoniac liquéfié, à 50 kilos pour le chlore liquide, à 30 kilos pour l'acide sulfureux s'il s'agit de récipients en fer ou en acier, à 15 kilos pour le même corps s'il s'agit d'un récipient en cuivre. Cette épreuve doit être renouvelée tous les trois ans; pour les récipients de cuivre servant à l'anhydride liquide, l'épreuve n'est imposée que tous les dix ans.

Chaque récipient doit porter une marque offi-

cielle, placée à un endroit bien apparent, indiquant : la date de la dernière épreuve, le poids du récipient vide et la charge maxima en kilos qu'il peut contenir et qui est limitée à 1 kilo de liquide pour :

1, 34	de capacité dans le cas	du protoxyde d'azote.
1, 34	—	de l'acétylène liquide.
1, 86	—	de l'ammoniac liquide.
0, 09	—	du chlore liquide.
0, 08	—	de SO ² liquide.

Quand les récipients sont chargés en vrac, ils doivent être peints en blanc et être confectionnés de façon à ne pouvoir rouler, ou pourvus d'une garniture extérieure remplissant ce but; de plus, les soupapes et robinets doivent être protégés par des chapes ou couvercles de même métal que les récipients et vissés sur eux.

L'arrêté du 17 novembre 1897 range le protoxyde d'azote et l'acétylène liquéfiés dans la *première catégorie*, avec les explosifs de guerre, la poudre, les obus chargés, la dynamite, la mélinite (article 3); le chlore, l'ammoniac, l'acide sulfureux liquides et le chlorure de méthyle sont dans la *deuxième catégorie* avec les munitions de guerre, le phosphore, le sulfure de carbone, les allumettes, etc. En vertu des articles 153 et 157, tous les gaz liquéfiés sont exclus des trains de voyageurs sur les lignes ou sections de lignes où circulent des trains de marchandises réguliers. Il ne leur est permis de circuler dans les *trains mixtes* que là où il n'y a pas de trains de marchandises réguliers.

Une seule exception est faite pour le chlorure de méthyle, qui peut être admis au transport par grande vitesse, comme colis postal, par flacon contenant 300 grammes au plus de chlorure de méthyle, ce flacon étant isolé dans une caisse ne devant contenir aucun autre produit.

L'esprit le moins prévenu ne peut qu'être frappé de l'exagération des précautions prévues pour le transport des gaz liquéfiés par l'arrêté du 12 novembre 1897; l'effet de terreur que produisent ces malheureux corps sur les personnes qui n'ont pas eu l'occasion de les manier ou de les voir de près est très curieux à constater. C'est par là que l'on peut s'expliquer leur assimilation aux explosifs les plus dangereux et aux corps les plus inflammables. Qu'il faille prendre des précautions contre eux, cela est évident; et celles qui se rapportent à la résistance des récipients qui doivent les contenir et au poids maximum de gaz liquéfié qu'un récipient donné doit contenir sont très sages; mais ces précautions sont déjà très suffisantes, et l'exclusion du transport par grande vitesse ne se peut comprendre, car il n'y a aucune assimilation possible à faire entre le danger que font courir les explosifs de guerre ou les corps inflammables comme le

¹ Cette clause (et l'épreuve décennale à 15 kilos) n'est valable que pour les transports en France; elle n'est pas encore insérée dans la Convention internationale de Berne pour nos exportations.

² En plus de la pression atmosphérique.

phosphore et les allumettes, et le danger *moral* des gaz liquéfiés, l'acétylène liquide excepté. La suspicion jetée involontairement, mais injustement, par les ministres des Travaux Publics, de la Guerre et des Finances sur les gaz liquéfiés autres que l'acétylène, a eu un retentissement immédiat auprès des Compagnies de chemins de fer, ces corps étant, sur la plupart des réseaux, frappés d'une surtaxe de transport pouvant atteindre dans certains cas 50 % en sus des prix de la première série. En Allemagne, au contraire, SO² liquide, en raison de son trafic élevé et pour développer son industrie, est admis à voyager dans des *wagons-citernes* en fer, d'une capacité égale à celle d'une quarantaine de grosses bouteilles ordinaires et astreintes aux mêmes conditions de résistances qu'elles.

A ceux qui douteraient encore de l'influence néfaste jouée par les Compagnies de chemins de fer à l'encontre du développement de l'industrie française des gaz liquéfiés, il suffira de la citation suivante. Comme nous l'avons rappelé plus haut : « on s'est efforcé en France d'introduire le chlore liquide dans l'industrie; mais les efforts de la maison Péchiney et C^{ie}, de Salindres, qui exploitait le procédé de la « Badische Anilin und Sodafabrik », ont échoué *grâce aux difficultés que les administrations de chemins de fer (le Paris-Lyon-Méditerranée en particulier) ont opposées à l'expédition du chlore*; ce mauvais vouloir des Compagnies françaises est d'autant moins justifié, qu'en Allemagne le chlore circule librement, et qu'on en expédie même en Amérique⁴ ». Les mêmes inconvénients se retrouvent auprès des Compagnies françaises de navigation, qui ne consentent à charger certains gaz liquéfiés, et particulièrement l'anhydride sulfureux liquide, que sur le pont et à un taux de fret majoré le plus souvent de 50 à 100 %. Auprès des Compagnies étrangères, les difficultés sont plus grandes encore, et nombre d'elles, notamment les lignes allemandes et anglaises, refusent absolument de charger les gaz liquéfiés, ou ne les acceptent qu'en limitant le poids des colis à 40 ou 60 kilos, et à un fret dont le taux est majoré huit ou dix fois. Il est inutile d'insister, l'opinion publique devant faire justice de pareils errements.

§ 2. — Douanes.

Tous les gaz liquéfiés, quels qu'ils soient, figurent au Tarif général des Douanes sous la rubrique « Produits chimiques non dénommés », et sont soumis à leur entrée en France à un droit uniforme *ad valorem* de 5 % de la valeur totale, liquide et enveloppe; en outre, et dans le but évident de protéger notre industrie métallurgique, le récipient

métallique qui renferme le gaz liquéfié importé est frappé d'un droit de 25 francs par 100 kilos.

Presque toujours, l'importateur ne déclare que la seule valeur du gaz liquéfié, laquelle est fort variable avec son degré de pureté, et peut descendre jusqu'à 15 ou 20 francs par 100 kilos. De plus, la Douane se contente souvent de percevoir le droit *ad valorem* de 5 % sur la valeur *déclarée* du gaz liquéfié, sans tenir compte des droits très élevés relatifs au récipient métallique qui le contient. Cette générosité est doublement fâcheuse, car elle paralyse notre industrie naissante, en favorisant outrageusement l'importation étrangère, d'autant que la réciprocité n'existe pas pour nous de la part de l'étranger. Quand nous exportons notre anhydride sulfureux pur en Autriche, par exemple, nous payons un droit de 25 francs par 100 kilos de poids brut, bonbonne comprise, ce qui, pour 100 kilos de liquide, donne un droit de douane de 35 à 40 francs, alors que l'importateur étranger paye *un franc* pour 100 kilos de SO² valant 20 francs les 100 kilos !

Dans la question de la défense de notre industrie contre l'industrie étrangère, le thermomètre de la situation, si l'on peut s'exprimer ainsi, c'est le *quantum* de l'importation annuelle donné par une statistique bien faite. Il est fâcheux d'avoir à constater que, dans l'état actuel des choses, cette importation ne peut être connue exactement pour les gaz liquéfiés; il en sera ainsi tant que l'Administration des Douanes les rangera dans la catégorie des « Produits chimiques non dénommés ». Cette Administration rendrait à notre industrie des gaz liquéfiés un service signalé, en explicitant dans ses Tarifs les gaz liquéfiés avec leur nom, de façon que l'on pût connaître, pour chacun d'eux, le tribut annuel que nous payons à l'étranger.

V. — CONCLUSION.

La conclusion de ce long travail sera très courte. Le développement normal de la science pure, c'est la science appliquée; un des plus beaux exemples de cette évolution naturelle, c'est le développement prodigieux pris par l'industrie des gaz liquéfiés. Qu'est-ce que cette industrie, sinon le laboratoire de Chimie et le laboratoire de Physique transportés dans l'usine? Grâce à elle, l'ingénieur est désormais inséparable du chimiste et du physicien, et inversement. L'industrie et la science pure ont besoin l'une de l'autre; les innombrables applications des gaz liquéfiés démontrent surabondamment la fécondité de leur union intime. Tout ce qui gêne ou retarde cette union va à l'encontre des intérêts généraux de l'humanité, et doit être condamné ou rejeté par elle.

E. Mathias,

Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.

⁴ JAUBERT, dans *Dictionnaire de Würtz*, 2^e suppl., 39^e fasc., p. 644.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Boehm (Karl). — *Zur Integration partieller Differentialsysteme.* — 1 broch. in-8° de 53 pages. (Prix : 1,80 mk.) Teubner, éditeur. Leipzig, 1901.

Cet opuscule fournit une importante contribution à la théorie des équations aux dérivées partielles. Il se rattache, quant à la méthode suivie, aux travaux fondamentaux de Cauchy, de Sophie Kowalevsky et de M. Darboux. M. Boehm examine l'existence des intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles en se bornant toutefois au problème de la détermination des coefficients des séries auxquelles se ramène l'intégration. Il compare d'abord le nombre des dérivées d'un ordre quelconque au nombre des équations qui les lient, et parvient à en déduire que les problèmes d'intégration doivent être répartis en deux grandes classes, suivant que le nombre m des équations est plus grand que le nombre des fonctions à déterminer, ou ne l'est pas.

Le cas particulier $m = 1$ fait l'objet d'une étude très approfondie, dans laquelle l'auteur montre que le problème de l'intégration peut toujours être résolu. Quant à la démonstration de la convergence de la série qui forme la solution du problème, elle peut être déduite des théorèmes donnés par M. Riquier; aussi l'auteur se dispense-t-il de la reproduire dans son travail.

Vient ensuite le cas d'un système de m équations aux dérivées partielles à m fonctions inconnues et à n variables indépendantes. Cette étude, qui se rattache directement aux célèbres recherches de Sophie Kowalevsky, apporte une simplification dans les conditions d'intégrabilité. C'est précisément à ce point de vue que le travail de M. Boehm mérite d'être signalé à ceux qui s'intéressent à la Théorie des équations aux dérivées partielles.

H. FEHR,

Professeur à l'Université de Genève.

Baclé (L.), *Ingénieur civil des Mines.* — *Les Plaques de blindage.* — 1 vol. in-4° de 236 pages, avec 200 figures. (Prix : 40 fr.) Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1901.

Personne n'était mieux placé que l'auteur de ce travail pour présenter sous leur vrai jour, aux yeux du public compétent, les nombreuses faces de la question si intéressante et si actuelle de la fabrication des blindages. M. Baclé est depuis fort longtemps attaché à la maison Marrel frères, et auparavant il faisait partie de la C^{ie} Châtillon et Commentry, deux des Sociétés françaises qui, en même temps que les usines du Creusot, de Saint-Chamond et de Saint-Etienne, ont toujours contribué à soutenir la bonne réputation française vis-à-vis des firmes étrangères les plus renommées. Il a donc eu sous les yeux tous les rapports dressés à la suite des multiples expériences officielles qui ont eu lieu à Gaves, à Ochta, à Portsmouth, à Indian Head, à Meppen, etc.; souvent même il a assisté en personne à ces épreuves grandioses, et, avec l'esprit de méthode et le talent d'exposition que tout le monde reconnaît au dévoué secrétaire des nombreux congrès ou commissions où les conditions de réception des matériaux sont agitées, il a su coordonner des milliers de résultats, les grouper sous une forme nullement aride pour le lecteur, et en tirer des conclusions évidemment très profitables au double point de vue métallurgique et militaire.

Il est certain que la nécessité de fabriquer des plaques d'acier d'une masse imposante, dures à la surface

et néanmoins résistantes au choc, a obligé nos industriels à perfectionner leur outillage et leurs méthodes de travail, et que tous ces progrès ont profité même aux consommateurs autres que la Marine ou la Guerre. D'un autre côté, les problèmes posés aux métallurgistes une fois résolus, les ingénieurs des constructions navales et les marins ont dû modifier profondément l'eménagement et la manœuvre des navires, sans compter l'artillerie qui s'est trouvée dans l'obligation d'améliorer la puissance de ses moyens d'attaque. La question des blindages a donc été le point de départ d'une série de transformations dans un grand nombre de branches du génie industriel de la seconde partie du siècle dernier. Son étude rationnelle est par conséquent capable d'intéresser vivement le monde des ingénieurs.

Après avoir dit un mot de ces formidables appareils que l'on admire dans nos forges modernes, et qui sont indispensables pour façonner les grosses plaques, après avoir rappelé les noms si connus des chercheurs auxquels nous devons de mieux connaître les propriétés des alliages métalliques, M. Baclé examine les changements successifs qui se sont produits dans la matière constitutive des blindages. Après le fer puddlé ordinaire, le métal compound, c'est-à-dire composé d'acier soudé au fer; puis, l'acier homogène, d'abord ordinaire, bientôt amélioré par le chrome, par le nickel, par le chrome et le nickel à la fois; enfin, l'acier relativement doux cémenté et durci à la surface, autrement dit le métal Harvey ou le métal Krupp. Des gravures montrent les résultats au tir se rapportant à ces diverses qualités, et en font très bien ressortir les différences essentielles.

Mais, pour traduire dans un langage toujours comparable les conditions très variées des expériences de toutes les nations ainsi que leurs résultats, il fallait avoir la clef des formules de perforation employées; aussi, M. Baclé passe ces formules en revue, les discute, et montre combien elles deviennent complexes avec les métaux actuels. Il fait ensuite la comparaison des conditions de recette appliquées aux divers types de blindages et dans les différents pays; seule, l'épreuve du tir permet d'apprécier les qualités du métal qui contribue à lui donner la résistance à la perforation, et il est bien regrettable à tous points de vue que cette caractéristique n'ait pas une relation plus certaine avec les autres essais mécaniques, beaucoup moins coûteux, tels que ceux de traction, pliage, choc, etc. On sait, par exemple, que les conditions du tir d'épreuve sont plus rigoureuses en France qu'en Angleterre. Pour apprécier impartialement les résultats, et en tirer des conclusions certaines, il était donc indispensable de connaître et d'analyser point par point, comme l'a fait M. Baclé, toutes les divergences qui existent dans les cahiers des charges.

Nous retrouvons ensuite, combinés et formant un tout, les divers articles de l'auteur, que nous avons lus avec tant d'intérêt dans le *Génie civil*, et qui ont trait à tous les essais officiels qui ont eu lieu depuis 1876 jusqu'à nos jours. De nombreux clichés émaillent très heureusement le texte; c'est un résumé complet, qui n'existe nulle part ailleurs, et qui montre bien à la fois les progrès réalisés et les raisons de ces progrès.

Après les plaques de navires, l'ouvrage de M. Baclé traite des cuirassements métalliques appliqués dans les forteresses de terre et des principaux essais qui s'y rattachent.

L'auteur résume ses conclusions d'une façon très saisissante, en démontrant que, pour traverser un blindage

dage avec un projectile de 194, il faut une vitesse de perforation de 385 mètres, si la plaque est en fer puddlé; de 461 mètres, si elle est en acier ordinaire; de 528 mètres, si elle est en acier spécial au chrome-nickel; de 612 mètres, si l'acier précédent est en plus cimenté. Ces quelques chiffres donnent une idée du chemin parcouru et des améliorations apportées dans la qualité du métal.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur-Métallurgiste.

2° Sciences physiques

Crémieu (Victor, *Ingénieur agricole*. — Recherches expérimentales sur l'électrodynamique des corps en mouvement (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 vol. in-8° de 120 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Soutenu et guidé par les conseils les plus précieux, stimulé par l'intérêt général qu'ont excité ses premières publications, et par le désir de répondre aux nombreuses objections qu'on lui a présentées, M. Crémieu a consacré quatre ans d'une activité infatigable, servie par une grande habileté manuelle, à l'étude de questions aussi fondamentales dans la théorie de l'Electrodynamique que remplies de difficultés d'ordre expérimental.

Quoi qu'il doive advenir des conclusions formulées par M. Crémieu, la lecture de ce travail ne cessera jamais de présenter la plus grande utilité au physicien qui voudra se familiariser avec les mesures de forces extrêmement petites et le maniement des potentiels élevés. L'auteur nous a conté, par le menu, l'histoire des nombreux insuccès, qui ont toujours précédé la réalisation satisfaisante de chaque dispositif, et il les a parfaitement expliqués chaque fois. Peut-être pourrait-on trouver qu'il n'était pas indispensable qu'il nous fit part des conséquences fâcheuses qu'avaient eues de simples distractions; ne suffit-il pas d'avoir fait huit jours de laboratoire et d'avoir lu un seul Mémoire de Physique pour comprendre, sans autres indications, que, si un auteur recommande telle précaution, c'est parce qu'il a pâti de l'avoir négligée d'abord? Enfin, si les détails précis ont toujours leur valeur, il est vraiment impossible de considérer comme autre chose qu'un ornement littéraire un peu inutile des remarques comme celle de la page 47, où l'auteur nous parle des « difficultés qui, une fois résolues, n'apparaissent plus que comme des enfantillages » et des insuccès dus « à mille petites choses insignifiantes, si insignifiantes qu'on n'avait pas eu l'idée qu'elles pussent apporter de telles perturbations ».

M. Crémieu expose d'abord comment il a tenté de mettre en évidence les forces électrostatiques qui, d'après Faraday et Maxwell, doivent prendre naissance en tout point de l'espace où, au moyen d'un circuit métallique, on peut constater l'existence de forces électromotrices d'induction; ce sujet n'avait jusqu'ici été abordé que par M. Lodge, qui n'a fait connaître que des résultats incertains. M. Crémieu utilise le champ variable produit par la rupture du courant dans deux bobines montées sur un même noyau de fer soigneusement tourné. Les bobines sont entourées d'un écran électrostatique et leurs jônes en regard portent des armatures bien dressées, entre lesquelles est suspendue une couronne d'aluminium, divisée en deux parties suivant son diamètre. Au moyen d'un interrupteur spécial, on réalise périodiquement les opérations suivantes, séparées par des temps égaux : mise au sol de la couronne d'aluminium, le courant étant rompu; fermeture du courant; charge de la couronne; rupture du courant. L'effet cherché serait celui de la rupture du courant sur la charge prise par la couronne. En fermant d'abord cette couronne sur un galvanomètre, on constate que la déviation maxima s'obtient avec cinq ou six interruptions du courant par seconde et correspond à une force électromotrice moyenne induite de 230.830 C. G. S. électromagnétiques, ce qui donnerait, sur la circonfé-

rence moyenne du disque, dont le diamètre est 91 millimètres, une force électrostatique de 81.40° volt-centimètres.

La couronne d'aluminium est soutenue par un cadre de verre, suspendu à un fil de quartz et supporté par un flotteur, dont on supprime les mouvements gênants en le guidant verticalement et en donnant à la partie voisine de la ligne de flottaison une forme qui assure une grande stabilité. On peut donner à la couronne une charge de 250 C. G. S. éls. sans rendre l'équilibre instable. Dans ces conditions, le couple moteur calculé exercerait, pour une rotation d'un radian, un travail de 3 ergs 10⁻¹; la déviation attendue serait 2°38', et correspondrait à un déplacement de 94 millimètres par une échelle divisée. M. Crémieu a cherché à la mettre en évidence en faisant d'abord osciller à vide la couronne d'aluminium; après avoir déterminé le zéro et le décrément des oscillations, il faisait fonctionner le commutateur; il n'a jamais observé de changement dans le régime des oscillations; d'où il conclut qu'un corps électrisé, placé dans une région qui est le siège de variations magnétiques, n'est soumis à aucune force pondéromotrice.

Une objection très précieuse a été élevée par M. H.-A. Wilson contre l'interprétation du résultat négatif des expériences; il observe que, dans la charge de la couronne d'aluminium, il se produit un courant, soumis, de la part du champ de l'électro-aimant, à une action égale et de signe contraire à celle que M. Crémieu cherchait à mettre en évidence; l'existence de cette première action n'étant pas douteuse, il résulterait de l'expérience de M. Crémieu que l'effet électrostatique existe bien réellement et compense l'effet électromagnétique. La question est de savoir si, comme le pense M. Crémieu, les trois pièces de fer qui réunissaient les deux extrémités du noyau de son électro-aimant ne laissaient échapper qu'une très petite partie des lignes de force magnétiques.

Lorsque Rowland crut pouvoir conclure de ses expériences de Berlin qu'un courant de convection exerçait son champ magnétique conformément à une hypothèse de Maxwell, M. Lippmann montra que l'existence de ce champ entraînait comme conséquence celle d'un champ électrostatique connexe d'un champ magnétique variable. Le résultat négatif de l'expérience précédente rendait douteux celui de l'expérience de Rowland; M. Crémieu a cherché d'abord à vérifier une autre conséquence du fait annoncé par le savant américain.

Si un disque chargé mis en mouvement produit un champ magnétique, on devra, en renversant le signe de la charge, produire une force électromotrice induite dans un circuit conducteur voisin. M. Crémieu a fait tourner un disque d'aluminium, entouré d'une bobine annulaire de 13.000 tours de fil; le disque est placé entre deux couronnes de fonte, qui, reliées au sol, forment avec lui un conducteur et qui sont en même temps prolongées par d'autres pièces de fonte qui enveloppent les bobines, de façon à renforcer notablement l'action électromagnétique. La charge était fournie par une batterie de 3.000 accumulateurs; la vitesse était mesurée par une méthode stroboscopique. On se servait du commutateur de façon à obtenir, s'il y avait un effet, une déviation permanente, dont la valeur était déterminée *a priori*, au moyen d'une spire témoin traversée par un courant de conduction d'intensité égale à celle du courant de convection. Les déviations obtenues n'ont jamais dépassé 7 millimètres, au lieu de 37 millimètres, valeur calculée minima; leur sens n'était d'ailleurs pas toujours celui qu'on aurait prévu.

De nombreuses objections présentées à M. Crémieu l'ont amené à discuter son expérience; il a d'abord prouvé que la charge communiquée au disque n'allait pas, comme le craignait M. Pellat, se coller aux lames de verre qui isolaient les couronnes de fonte; il est parvenu ensuite à supprimer ces lames de verre en re-

couvrant le disque d'une couche de caoutchouc, par évaporation d'une solution dans la benzine. Sur le conseil de M. H. Poincaré, le disque d'aluminium fut remplacé par un disque d'ébonite, doré suivant trois secteurs isolés, pour être bien sûr que la charge était entraînée dans le mouvement; après une observation de M. Blondlot. La face interne des couronnes de fonte fut recouverte de mica sur lequel étaient collés des secteurs de papier d'étain isolés, pour éviter l'entraînement possible de la charge induite. Sur une autre objection de M. Blondlot, on vérifia que l'effet magnétique persistait encore, lorsqu'on remplaçait la spire témoin unique, traversée par un courant de conduction, par une série de spires réparties sur tout le disque de façon à produire un système aussi semblable que possible à la nappe de courant de convection utilisée. Enfin, on s'est assuré que la décharge ne devenait pas oscillante et qu'elle s'effectuait bien complètement à chaque période du commutateur.

M. Crémieu conclut qu'un disque, tournant dans des conditions telles qu'on est sûr qu'il entraîne avec lui toute charge électrique qu'on lui communique, ne donne pas, quand on fait varier cette charge, les effets d'induction que donnerait un courant de conduction transportant des quantités d'électricité égales et soumis à des variations de même ordre.

Il convient d'ajouter que M. H. Pender vient de publier les résultats d'expériences basées sur le même principe, qu'il a entreprises sous la direction de Rowland et presque complètement achevées avant sa mort. M. Pender croit avoir observé l'effet que l'expérience fondamentale de Rowland permettait de prévoir et dont M. Crémieu nie l'existence. Dix-sept déterminations exécutées avec un disque plein lui ont fourni pour v la valeur $3,05 \cdot 10^{10}$, les chiffres extrêmes étant $2,75$ et $3,24$; quatre autres expériences faites avec des disques et des armatures divisés en secteurs ont donné en moyenne $2,96 \cdot 10^{10}$. Il semble difficile, dans ces conditions, de considérer la question comme définitivement résolue dans le sens de M. Crémieu.

N'ayant pas constaté, par la méthode qui lui est propre, l'existence du champ magnétique dû à la convection électrique, M. Crémieu a répété l'expérience de Rowland. On sait qu'outre les expériences de Berlin, exécutées en 1879, le professeur de Baltimore en a fait une seconde série, en collaboration avec Hutchinson, et que Himstedt a exécuté également des recherches qui lui ont donné satisfaction, après que Lecher eut tenté, sans succès, de revoir l'effet observé par Rowland.

Le disque en ébonite tourne à l'intérieur d'un bâti de bronze, fermé presque complètement par des couronnes de laiton, dont les faces internes sont recouvertes de mica, sur lequel on a collé des secteurs d'étain de 60° , reliés au sol. Le système astatique, enfermé dans un tube de cuivre rouge, reste absolument insensible à la rotation du disque, bien que la déviation, pour un courant de convection voisin de 10^{-4} ampères, eût dû atteindre de 50 à 70 millimètres. Dans les appareils de Rowland et de Himstedt, le disque tournant n'était séparé de l'équipage magnétique que par une lame de métal collée sur un diélectrique; or, en supprimant l'enveloppe extérieure de laiton fixée à son bâti, M. Crémieu a observé des déviations dont le sens était toujours celui qui aurait résulté de l'action du courant de convection, quoique leur valeur eût beaucoup trop lentement avec l'intensité. La discussion des conditions expérimentales conduit l'auteur à admettre que cette action est due aux portions de courant de conduction qui prennent naissance dans les secteurs fixes, quand les secteurs mobiles chargés défilent devant eux. Cette explication, qui implique l'existence de courants de conduction ouverts, a été corroborée par une expérience spéciale, exécutée depuis, mais rendue malheureusement douteuse dans son interprétation par les critiques de M. H. Pender et de M. H. A. Wilson.

Pour répondre à une objection de M. Potier, qui pensait que l'effet en question ne devait pas être

recherché en dehors d'une enveloppe conductrice, à l'intérieur de laquelle la perturbation due à la rotation du disque se trouverait localisée, M. Crémieu a modifié son appareil de façon à n'interposer, entre le disque tournant et l'équipage magnétique, qu'une enveloppe de papier graphité, destinée à protéger les aimants contre les actions électrostatiques. On obtient alors des déviations qui, pour une certaine position des aimants, se trouvent être très sensiblement égales à celles qu'on avait calculées; mais elles semblent encore être d'origine électrostatique, car elles subsistent même quand on détache les petits barreaux aimantés de la lame de mica qui les supporte et elles disparaissent quand on protège l'équipage magnétique par une feuille d'étain. Enfin, certaines impulsions accidentelles, d'origine certainement magnétique, semblent dues à des aigrettes qui jaillissent, au moment de l'inversion de charge, entre le disque et les armatures. M. Crémieu conclut qu'un disque tournant, chargé d'une manière constante, ne produit pas le champ magnétique d'un courant de conduction transportant la même quantité d'électricité.

Cette conclusion, qui renverse l'interprétation que Rowland, Hutchinson et Himstedt donnaient de leurs expériences, n'est pas corroborée par M. E. P. Adams, qui vient tout récemment d'annoncer qu'il avait observé l'effet magnétique du mouvement de sphères chargées d'électricité.

Souhaitons que le mouvement suscité par les recherches de M. Crémieu ne s'éteigne pas avant de nous avoir apporté une réponse certaine et unanime aux questions fondamentales de l'Electrodynamique des corps en mouvement. A. C.

3° Sciences naturelles

Laulanié (F.), Directeur et Professeur de Physiologie à l'École nationale vétérinaire de Toulouse. — Éléments de Physiologie. 1^{er} et 2^e fascicules : Fonctions de nutrition. — 2 vol. in-8° de 620 pages, avec 125 figures. (Prix : 18 fr.) Asselin et Houzeau, éditeurs, Paris, 1901.

Il est différentes manières d'exposer les éléments d'une science. Les uns se trouvent satisfaits lorsqu'ils sont parvenus à résumer clairement et exactement le plus grand nombre de faits possible dans un ordre convenable : les autres sont en même temps préoccupés de dégager de ces faits particuliers quelque loi ou quelque théorie fondamentale qui puisse leur servir de lien. M. Laulanié est de ces derniers : dans son ouvrage, les aperçus généraux et synthétiques viennent sans cesse s'ajouter à un exposé substantiel et documenté des résultats expérimentaux. Ces tendances s'accusent dès les premières pages, non pas tant par les considérations en quelque sorte obligées sur les conditions des phénomènes de la vie, que par un préambule sur l'énergie, sur ses transformations dans l'organisme et sur la nécessité d'introduire, avec M. Chauveau, dans l'équation qui exprime ces transformations, le terme « travail physiologique », c'est-à-dire le travail intérieur des tissus vivants « envisagé en dehors de ses manifestations sensibles et utiles ». M. Laulanié ne se borne pas à énoncer ces principes : il montre aussi, à travers tout l'ouvrage, comment ils trouvent leur application.

C'est aux fonctions de nutrition que les fascicules parus sont consacrés : le premier, à l'alimentation, la digestion, l'absorption, le sang, la circulation et la respiration ; le second, aux sécrétions, à la nutrition et à la chaleur animale.

L'étude des aliments embrasse leur composition chimique, leur origine, leurs fonctions, la mesure de l'énergie potentielle qui y est contenue et qui est représentée par leur chaleur de combustion. Celle de la digestion débute par des notions générales sur les ferments solubles, sur les modifications qu'ils font subir aux différents principes immédiats alimentaires et se poursuit par l'examen des digestions particulières,

buccale, gastrique, intestinale, c'est-à-dire des phénomènes, tant mécaniques que chimiques, qui caractérisent chacune d'elles.

L'absorption digestive est traitée comme un cas particulier d'un acte très étendu qui relève des lois de l'osmose et de la pression osmotique.

Les propriétés physiques et la composition chimique du sang, sa coagulation, son rôle comme milieu intérieur, la pression osmotique du sérum, les effets des hémorragies et des transfusions font l'objet de la quatrième partie.

Les phénomènes mécaniques de la circulation, les phénomènes mécaniques et physico-chimiques de la respiration occupent la deuxième moitié du premier fascicule.

Dans les chapitres relatifs aux sécrétions, par lesquels s'ouvre le second fascicule, l'auteur retient, d'une part, celles qui éliminent des produits excrémentitiels, urine, bile, sueur (excrétions), et, d'autre part, celles dont les produits sont versés dans la circulation (sécrétions internes). La formation des poisons dans l'organisme et les moyens dont celui-ci dispose pour se protéger contre les auto-intoxications trouvent leur place ici.

L'étude de la nutrition proprement dite est conçue d'après un plan large et compréhensif, et s'inspire à la fois des enseignements de M. Chauveau et des recherches personnelles de l'auteur sur l'énergétique animale. C'est d'abord le bilan nutritif qui est dressé, suivant que la ration est suffisante, insuffisante ou surabondante; puis on voit comment les transformations subies par les principes immédiats tendent vers deux résultats: 1° la préparation des réserves alimentaires; 2° l'utilisation de ces réserves: comment celles-ci sont dépensées et à la rénovation de la matière vivante et à la production du travail physiologique, celui du muscle étant pris comme type, et enfin à la production de la chaleur, considérée comme « le dernier terme » des transformations de l'énergie attachées à l'activité des tissus.

Tel est le cadre dans lequel M. Lanlanié a fait tenir les fonctions de nutrition. Le tableau qu'il en présente est traité avec le même soin dans ses diverses parties. Je signalerai particulièrement le chimisme respiratoire, la chaleur animale, domaines de la Physiologie que l'auteur a d'ailleurs contribué à enrichir, grâce à un outillage nouveau et ingénieux. Les principales questions, telles que la circulation, dont le texte est illustré de nombreux graphiques originaux, telles que les sécrétions, ont aussi reçu les plus heureux développements, dans la mesure que comporte un traité élémentaire. Seuls, quelques-uns des chapitres consacrés au chimisme de la digestion, à l'absorption digestive, au sang, auraient peut-être gagné à être un peu plus détaillés pour se trouver en harmonie avec le reste de l'ouvrage. Celui-ci ne s'en recommande pas moins, dans son ensemble, par toutes les qualités que l'on peut demander à un bon livre d'enseignement: choix éclairé et groupement méthodique des matériaux employés, mise en œuvre des acquisitions les plus récentes de la Science; enfin, l'exposé, outre qu'il est clair et précis, est fait en un langage expressif qui commande et retient l'attention.

E. WEIDEMER,
Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

Bourne (Gilbert-C.), *Chargé du Cours d'Anatomie comparée à l'Université d'Oxford. — An introduction to the study of the comparative Anatomy of Animals. Vol. I: Animal organisation. The Protozoa and Coelenterata.* — 1 vol. in-8° de 269 pages, avec figures. (Prix: 6 fr. 25). George Bell and Sons, éditeurs. Londres, 1901.

Il s'agit ici d'un livre élémentaire, écrit pour les jeunes étudiants qui abordent l'étude de la Zoologie; mais l'auteur estime que le caractère élémentaire d'un ouvrage consiste seulement dans l'élimination des matières les moins essentielles et n'exclut pas les descriptions détaillées ni la discussion approfondie des

points les plus importants; la claire intelligence des choses est à ce prix. Frappé de la difficulté qu'éprouve l'étudiant novice à s'assimiler d'emblée les questions ardues de structure et de division cellulaires, point de départ habituel de l'enseignement, il juge préférable de le mettre aux prises, d'abord avec un objet qui lui soit familier, et l'ouvrage, comme le cours professé à l'Université d'Oxford dont il est l'écho, s'ouvre par une monographie de la Grenouille commune, précédée seulement d'une courte introduction sur les échanges dont la matière vivante est le siège, et sur les principes de la biologie des plantes et des animaux. L'idée est très acceptable, mais on peut se demander si, après les nombreuses monographies de Ecker, Vogt et Yung, Marshall, etc..., le besoin d'une nouvelle étude descriptive, forcément sommaire, de la Grenouille se faisait bien réellement sentir.

Le reste du volume est consacré aux Protozoaires et aux Coelentérés. Peut-être trouvera-t-on que ces derniers sont un peu sacrifiés; ils ne sont représentés que par deux types appartenant tous les deux aux Hydriaires (*Hydra* et *Obelia*), tandis que, par exemple, six types sont étudiés pour les seuls Flagellés. L'exclusion complète des Spongiaires est également à regretter. Un deuxième volume, dont la publication prochaine est annoncée, sera consacré aux Métazoaires colomates.

G. PRUVOT.

4° Sciences médicales

Ribard (Dr Elisée). — *La tuberculose est curable, avec une préface du Dr MAURICE LERULIE.* — 1 vol. in-12, de 173 pages. (Prix: 2 fr.) G. Naud, éditeur. Paris, 1901.

Voici un excellent petit ouvrage que nous devons signaler ici, bien qu'il n'ait pas la prétention d'apporter des faits nouveaux à la connaissance de la tuberculose. C'est, avant tout, un livre de vulgarisation, qui s'adresse au grand public, et contribuera très efficacement à répandre dans notre population cette idée, presque neuve, et aujourd'hui scientifiquement établie, que, prise à ses débuts, la tuberculose est curable.

L'auteur insiste principalement sur la tuberculose pulmonaire. Il indique en quoi elle consiste, comment on la prévient, comment on la reconnaît et comment on la guérit. Il examine successivement toutes les causes prédisposantes: l'affaiblissement de l'organisme, l'alcoolisme, la mauvaise hygiène, etc. Il apprend ensuite à la mère à « savoir regarder son enfant », à examiner son état général, l'état de ses yeux, de son visage, de ses membres et de ses ongles, et appelle son attention sur les malformations congénitales susceptibles de jouer un rôle prédisposant dans la genèse de la maladie. Il insiste ensuite sur l'importance de la pesée, de la taille, du développement de la poitrine et de la tête chez l'enfant qui se développe mal ou se trouve déjà atteint par la maladie. Les renseignements qu'il donne sur les formes de début de la tuberculose, de la tuberculose pulmonaire (dyspepsie, diarrhée, anémie, chlorose, amaigrissement, essoufflements, battements de cœur, fatigue, polyadénites, névralgies variées, zona, refroidissements, altérations de la voix, rhumes, bronchites, hémoptysie, etc.), seront, pour tous les éducateurs, des plus précieux.

M. Ribard traite ensuite des devoirs du médecin à l'égard du malade et de sa famille, des mesures préventives et curatives qu'il doit imposer soit dans les sanatoria, soit dans la famille.

Il faut souhaiter que ce petit livre, accessible à tous les lecteurs, se répande le plus possible dans les familles et les écoles.

L. O.

Comte (Dr Albert). — *Paralysie pseudo-bulbaire et phénomènes laryngés. Extrait de « La Parole », n° 1 de 1901.* 1 brochure in-8° de 16 pages. Librairie de « La Parole », Paris, 1901.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Octobre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Guillaume a mesuré le diamètre de Jupiter à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon. Les valeurs obtenues sont moindres avec le plus fort grossissement qu'avec le plus faible; c'est une conséquence des lois de la diffraction dans les instruments d'optique. — M. P. Hatt étudie le problème de la jonction des deux extrémités d'un réseau fermé de triangulation et indique les conditions d'une compensation satisfaisante du réseau. — M. G.-A. Miller présente quelques résultats nouveaux sur les groupes de substitution. — M. P.-J. Suchar donne la forme que doivent avoir les coefficients d'une équation différentielle linéaire de second ordre pour qu'elle soit de deuxième ou de troisième espèce. — M. A. Demoulin étudie deux classes particulières de congruences de Ribaucour : celles qui sont formées des normales d'une surface et celles pour lesquelles le segment focal est constant. — M. G. Koenigs indique les propriétés des chaînes cinématiques secondaires.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Wallerant communique des formules, relatives aux variations de l'aimantation dans un cristal cubique, qui reproduisent toutes les particularités constatées expérimentalement par M. Weiss. — M. A. Ponsot a étudié comparativement la limite des réactions chimiques et celle du produit PV dans les gaz : a) Les deux hypothèses : 1° PV tend vers une valeur limite pour V infini; 2° il y a des réactions chimiques entières, sont incompatibles; b) Les deux hypothèses : 1° PV tend vers une valeur limite pour V infini; 2° les réactions chimiques sont toujours limitées, sont compatibles; c) Les deux hypothèses : 1° P = 0 pour une valeur de V très grande et les valeurs supérieures de V; 2° il y a des réactions chimiques entières et des réactions limitées, sont compatibles. — M. H. Imbert a obtenu, par réduction sulfureuse des dérivés résultant de l'action des bases pyridiques sur les quinones tétrahalogénées, l'acide pyridyl-monochlorhydroquinonesulfonique $C^5H^4Az.C^6Cl(SO^2H)(OH)^2.OH$ et l'acide pyridyl-monoxydichlorhydroquinone $C^5H^3Az.C^6Cl^2(OH)^2.OH$. Ce fait prouve que la fonction quinonique n'est pas altérée dans les premiers produits de réaction. — M. H. Fournier a oxydé divers carbures benzéniques au moyen du bioxyde de manganèse et de l'acide sulfurique. L'*o*-xylène donne 37 % d'aldéhyde *o*-toluïque; le pseudo-cumène donne 22 % d'aldéhyde; le *p*-cymène donne très peu d'aldéhyde cuminique; l'éthylbenzène donne de l'acétophénone et de l'aldéhyde benzoïque. — M. R. Dhommée a étudié les conditions de formation de la benzylamine par l'action de l'ammoniaque sur le chlorure de benzyle. La benzylamine se forme surtout en présence d'un grand excès d'ammoniaque; le rendement atteint 44,5 % du chlorure de benzyle. — M. R. Fosse a étudié l'amine qui dérive du binaphthylène glycol de Rouseau; c'est la bisdinaphthoxanthèneamine : $O.(C^{10}H^6)^2.CH.AzH.CH.(C^{10}H^6)^2.O$. Les hydrides fumants la décomposent en AzH^3Cl et en monochloro ou bromonaphthoxanthène. — MM. L. Vignon et F. Gérin ont constaté que la *d*-arabite pentanitree et la rhamnite pentanitree réduisent énergiquement la liqueur de Fehling. Les auteurs expliquent les propriétés réductrices de ces corps et des corps analogues en admettant que l'acide nitrique éthérifié d'abord les groupes $CH.OH$ et oxyde le groupe CH^2OH terminal en $CH(OH)^2$; puis l'acide nitreux réagit sur ce dernier en donnant un groupe isonitrique $CH(OH)(OAzO)$ qui est

évidemment réducteur. — MM. A. et L. Lumière et F. Perrin, en faisant réagir le trichlorure de phosphore sur la glycérine, ont obtenu l'acide glycérophosphoreux $OPH(OH)OC^2H^3(OH)^2$. Il donne facilement des glycérophosphites avec les bases, la plupart solubles dans l'eau.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. André Broca et D. Sulzer signalent un nouveau phénomène d'inertie rétinienne dont ils se proposent d'étudier les applications pratiques à la fatigue de la lecture. — MM. Lortet et Hugouenq ont étudié les Poissons momifiés qui se retrouvent en quantités considérables dans certaines nécropoles égyptiennes. Ce sont des *Lates niloticus*; ils étaient macérés dans les eaux fortement saumâtres des lacs de natron, puis entourés d'une couche de vase chargée de substances salines. Ils sont si bien conservés qu'ils renferment encore une forte proportion de matières animales. — M. J. Bohn a reconnu que les transformations histolytiques présentées par les Annélides, à l'automne, et accompagnées de troubles circulatoires et respiratoires d'origine toxique, auraient pour conséquences, soit la dissémination des œufs par une forme pélagique (épitokie), soit simplement l'expulsion des œufs par la rupture des téguments d'une forme restée sédentaire (exotokie matricide). — MM. C. Vaney et A. Conte ont trouvé un individu d'*Alburnus mirandella* Blanch, dont l'ovaire était complètement infesté par une nouvelle *Microsporidie* parasite, la *Pleistophora mirandella*. Il y a des kystes de deux sortes, renfermant des microspores et des macrospores. — M. L. Ducamp a étudié le développement de l'embryon chez le Lièvre (*Hedera Helix*). Dans la formation du cône radicaire, le cylindre central reste étranger au suspenseur; celui-ci complète inférieurement l'écorce et donne naissance à la coiffe; les éléments supérieurs de cette dernière sont fournis par la base de l'épiderme embryonnaire. — MM. Ch. Dépéret et G. Carrière ont découvert à Robiac, près Saint-Mamert (Gard), un riche gisement de Mammifères de l'Éocène supérieur. On y rencontre : le *Lophiodon rhinoceros* Rütim., le *L. Isselensis* Cuvier, le *Palpotherium magnum* Rütim., le *P. lugdunense*, le *Pachynolophus Duvali* Pomel, l'*Anchilophus Desmaresti*, etc. — M. B. Renault montre que les Fougères comprenant les deux grands groupes Eusporangiées et Leptosporangiées ont eu, à l'époque houillère, des genres hétérospores.

Séance du 28 Octobre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Hatt a appliqué la méthode des moindres carrés au problème de la jonction d'un réseau trigonométrique fermé. — M. A. S. Chessin donne la solution du problème de la toupie de Foucault (déterminer le mouvement d'un solide de révolution homogène, fixé par un point de son axe de figure à la surface de la Terre, après lui avoir imprimé une rotation initiale de grande vitesse autour de cet axe maintenu immobile relativement à la Terre). Il y arrive par la méthode dite des perturbations.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Sagnac explique, par un phénomène de perspective, la production de rayons lumineux divergents à 180° du Soleil, observée récemment par M. Mascart. — M. Maurice Leblanc a étudié la stabilité de marche des commutatrices dans divers cas (branchement sur une batterie d'accumulateurs, addition d'un survolteur à courants alternatifs). — M. de Forcrand déduit de sa formule que la chaleur totale de combinaison Q est rigoureusement proportionnelle à T'; leur rapport, 30, est le même pour tous les corps. Il en a calculé la limite inférieure pour un

certain nombre de corps: Les résultats concordent bien avec l'expérience. — M. M. Berthelot a observé que, sous l'influence du rayonnement du radium, l'acide iodique est décomposé en iode et oxygène et l'acide nitrique en vapeur nitreuse et oxygène, réactions analogues à celles qui se passent sous l'influence de la lumière solaire. Par contre, la transformation du S octaédrique, dissous dans CS_2 , en S insoluble, et l'oxydation de l'acide oxalique dissous par l'oxygène libre, n'ont pas été opérées par le radium, quoique elles le soient par la lumière. — Le même auteur a mesuré la quantité de chaleur dégagée dans la réaction de l'oxygène libre sur le pyrogallate de potasse. La chaleur dégagée est considérable, et va en diminuant, pour un même poids d'oxygène, à mesure que l'absorption augmente. — M. Léon Guillet, en appliquant à l'oxyde de cuivre la méthode qu'il a indiquée pour les acides tungstique et molybdique, a pu isoler les trois combinaisons qui ont été signalées dans les études de M. Le Châtelier: Cu^2Al , $CuAl$, Al^2Cu , la combinaison $CuAl$ étant obtenue mélangée avec 2 à 3 % d'un siliciure de cuivre et d'aluminium. — M. P. Nicolardot a constaté que, si l'on ajoute à une solution de chlorure ferrique bouillante une solution d'un sulfate, tout le fer se précipite à l'état de sulfate de fer condensé. Par ce moyen, on peut séparer le fer des autres métaux quand la solution n'est pas trop acide. — M. G. Denigès indique deux procédés de détermination qualitative et quantitative de traces d'antimoine en présence de fortes proportions d'arsenic. L'un consiste dans la précipitation du Sb sur le platine par une lame d'étain, l'autre dans la formation d'un sel double de césium recherché par voie microchimique. — M. Em. Bourquelot a recherché, dans les végétaux, le sucre de canne à l'aide de l'invertine et les glucosides à l'aide de l'émulsine. Par ce moyen, il a trouvé, dans le rhizome du *Scrophularia nodosa*, 4 grammes de sucre de canne par kilogramme, et un peu d'un glucoside lévogyre. Le péricarpe du *Cocos Yatai* et la graine d'asperge renferment le premier 25 grammes, et la seconde 15 grammes de sucre de canne par kilogramme. — MM. A. et L. Lumière et H. Barbier ont déterminé l'alcalinité du sang, en le traitant par un excès d'acide libre et titrant cet excès par l'iode et l'iode de potassium. Aucune méthode ne peut donner avec exactitude l'alcalinité du sang; cette dernière se distingue toutefois par ses résultats constants.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. F. Le Dantec expose quelques-unes des considérations qui l'ont amené à concevoir l'existence de deux états de la substance vivante chez les êtres sexués. — M. L. G. Seurat rappelle les observations de Garner, antérieures de trente ans à celles de M. R. Dubois, sur la présence de Distomes dans les perles des *Mytilus*; mais il pense que les recherches récentes sur l'origine parasitaire des perles des Moules ne donnent pas la solution du mode de formation des perles fines. — M. Willot a observé que, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, les femelles brunes mortes du Nématode de la betterave se gonflent et que le canal vulvaire s'ouvre mécaniquement et permet aux larves de sortir; dans les années de sécheresse, les larves sont retenues à l'intérieur. — MM. A. Laveran et F. Mesnil ont étudié le Trypanosome du Rotengle; il possède une membrane ondulante et un flagelle à chaque extrémité. Les auteurs le nomment *Trypanoplasme*. Le Brochet et la Sole renferment aussi chacun un parasite spécial. Les auteurs n'ont pas encore pu observer les formes de division de ces Hématozoaires. — MM. Ch. Eug. Bertrand et F. Cornaille poursuivent l'étude des chaînes libéroligneuses des Filicinées, de l'union et de la séparation des pièces libéroligneuses élémentaires et de leurs conséquences. — M. M. Berthelot a examiné une lampe préhistorique, trouvée dans la grotte de la Mouthé, et formée d'une pierre creusée portant des dessins. La masse noire située dans le creux est semblable au résidu de la combustion d'une matière animale, suif ou lard, qui aurait servi à l'éclairage.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 22 Octobre 1901.

M. Le Dentu présente un malade ayant subi la laryngotomie totale, à la suite d'un rétrécissement syphilitique infecté du larynx; il possède un larynx artificiel, construit par M. Cl. Martin (de Lyon). — Le même auteur, à propos de la récente communication de M. Ehrmann sur l'uranoplastie en deux temps, rappelle qu'il a obtenu de bons résultats par l'opération en un temps chez les adultes; il est possible, cependant, que l'opération en deux temps soit préférable chez les jeunes enfants. — M. Rendu présente le rapport du concours pour le Prix Civrieux. — M. Hallopeau communique un rapport sur un travail du Dr Butte relatif au traitement du lupus tuberculeux par le permanganate de potassium. Ce traitement amène rapidement la cicatrisation des ulcères lupiques, l'affaiblissement des nodules, ainsi que la disparition des saillies végétantes et chéloïdiennes; mais son action ne s'exerce sur les altérations profondes du derme que d'une manière insuffisante pour amener la guérison complète. — M. E. Vallin lit le rapport sur le concours du Prix Vernois. — M. E. Bourquelot communique le rapport sur le concours du Prix Nativelle. — M. Poncet communique un nouveau cas qui établit, d'une façon indiscutable, l'existence d'un rhumatisme articulaire aigu d'origine tuberculeuse, simulant le rhumatisme aigu ordinaire. — M. G. Dieulafoy apporte une observation de gomme syphilitique du lobe frontal avec attaques d'épilepsie jacksonienne; l'épilepsie jacksonienne étant généralement d'origine rolandique, ce fait constitue une grave atteinte à la doctrine des localisations cérébrales. — M. M. de Fleury lit un mémoire sur la théorie du sommeil.

Séance du 29 Octobre 1901.

M. P. Reclus présente le rapport sur le concours du Prix Godard. — M. Kelsch communique le rapport sur le concours du Prix Ricord. — M. Bucquoy entretient l'Académie des cas de peste qui se sont déclarés sur le Sénégal et de la quarantaine qui a suivi au Frioul. Cette communication est reproduite in-extenso dans ce même numéro (p. 956 et suiv.).

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Octobre 1901.

M. Ch. Féré a constaté qu'au cours de l'accumulation de la fatigue, la suggestibilité augmente pendant une période variable suivant l'état du sujet, puis ses effets diminuent graduellement. Quand la suggestion a produit une fois son effet, le travail sans suggestion subit une dépression considérable. — M. A. Giard rappelle que c'est J. Rostafinski (de Cracovie) qui, en 1877, a fait les premières expériences de mérogonie et indiqué le technique à suivre. — M. E. Maurel a reconnu que la chlorhydrate d'émétine, donné par la voie hypodermique et aux doses thérapeutiques, produit de la vaso-constriction et active la circulation normale; il peut même la rétablir sur les points où elle a été ralentie ou arrêtée artificiellement. — MM. E. Wertheimer et L. Lepage ont étudié les effets antagonistes de l'atropine et de la pilocarpine sur la sécrétion pancréatique. — M. L. Maillard expose ses idées sur l'autorégulation des pressions osmotiques de l'organisme par la dissociation électrique et sur le rôle biologique des sels minéraux. — M. Gellé a observé que le premier temps de la déglutition a lieu en même temps qu'une inspiration plus ou moins forte; la respiration est suspendue au deuxième temps, si rapide, de l'acte d'avaler; puis une expiration immédiate s'impose. Elle se fait par le nez; mais, dans certains cas pathologiques, avec oblitération des voies nasales, elle se fait par la voie buccale avec production de bruits insolites. — MM. A. Laveran et F. Mesnil ont reconnu que le

prétendu Trypanosome de l'huître (*Tryp. Balbianii* Certes) est très vraisemblablement une bactérie, qui se placerait à côté des Spirilles et des Spirochètes. — M. Armand-Deville a constaté que l'introduction, au niveau des méninges rachidiennes, du poison tuberculeux caséifiant est suivie d'une inflammation plastique de ces membranes, très analogue à celle qu'on voit survenir au cours de certaines tuberculoses vertébrales. — M. Dominici montre qu'il y a aucune contradiction entre les deux processus évolutifs qui assurent la formation du polynucléaire ordinaire. — Le même auteur confirme la conception de M. Metchnikoff, concernant la parenté qui existe entre les macrophages et les cellules fixes du tissu conjonctif. — MM. Auché et Tribondeau ont obtenu une action antiseptique puissante, en Thérapeutique chirurgicale, par l'association de l'eau oxygénée et du permanganate de potasse. — MM. Chemin et Tribondeau ont constaté que le schéma anatomique du plexus brachial du Gibbon, singe qui possède le bras le plus semblable au nôtre, diffère très peu des schémas du plexus brachial humain.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

W. Duddell : Sur la résistance et les forces électromotrices de l'arc électrique. — L'auteur, dans un résumé historique, montre que plusieurs de ses prédécesseurs n'ont pas réussi à mesurer la vraie résistance et la force contre-électromotrice de l'arc parce qu'ils ont fait leurs mesures après que les conditions de l'arc eurent été modifiées par le courant d'épreuve. Les méthodes (semblables à celle de Kohlrausch pour la mesure de la résistance d'un électrolyte) dans lesquelles un courant d'épreuve alternatif est superposé à un courant continu (comme celle employée par Frith et Rodgers, qui trouvèrent que l'arc a quelquefois une résistance négative) ont failli parce que la fréquence du courant alternatif n'était pas assez élevée.

Par des recherches préliminaires, l'auteur a été conduit à employer la méthode suivante : Soit un appareil A possédant une résistance et une f. é. m., mais pas de self-induction, ni de capacité, et traversé par un courant continu. On lui ajoute un courant d'épreuve alternatif. Si l'appareil A possède une résistance vraie et que la fréquence du courant d'épreuve soit telle que les conditions de l'appareil n'en soient pas changées, la résistance de A sera constante sur toute l'échelle de variation du courant, et sera égale à l'impédance de A pour le courant alternatif superposé. Un critérium pour la constance de la résistance de A, c'est que le facteur de puissance de A pour le courant alternatif soit égal à l'unité. Donc, pour prouver que l'arc a une vraie résistance et pour trouver sa valeur, il faut montrer : 1° qu'il est possible de trouver une valeur de la fréquence du courant d'épreuve pour laquelle le facteur de puissance de l'arc par rapport à ce courant soit l'unité; 2° que le facteur de puissance reste l'unité et l'impédance constante, même si la fréquence est augmentée; 3° déterminer, dans ces conditions, la valeur de l'impédance de l'arc qui est sa vraie résistance.

L'appareil de l'auteur se compose d'un alternateur, d'un thermo-galvanomètre mesurant les trois voltages, et d'une résistance étalon avec laquelle on compare l'impédance de l'arc. Les mesures ont permis de constater que l'arc, aux basses fréquences, possède un facteur de puissance négatif, ce qui indique qu'il fournit de l'énergie à l'alternateur. L'existence de cette force contre-électromotrice n'est pas en opposition avec le principe de la conservation de l'énergie, car elle provient d'une transformation du courant continu fourni à l'arc.

L'auteur a étudié l'influence de la variation du courant direct, de la longueur de l'arc et de la nature des électrodes sur ces phénomènes. Il a reconnu que la force contre-électromotrice se compose de deux parties localisées aux ou près des contacts des électrodes avec

la colonne de vapeur. La force à l'électrode positive, d'environ 17 volts, est opposée au flux du courant direct, tandis que la force à l'électrode négative, d'environ 6 volts, est dans le sens du courant direct : c'est donc une f. é. m. directe.

L'auteur considère que la plus grande partie de ces deux f. é. m. est due à des forces thermo-électriques. Ce qui tendrait à le confirmer, c'est qu'il est possible d'obtenir une différence de potentiel de 0,6 volt en chauffant inégalement deux électrodes de carbone solides avec un chalumeau, le charbon le plus chaud étant positif par rapport au plus froid. En employant des charbons à mèche et en ajoutant des sels de potassium, on a élevé cette différence de potentiel à 1,5 volt. Or, les différences de température qui existent dans l'arc sont bien plus élevées que celles que donne un chalumeau.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Septembre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries : Sur le nombre des coniques reposant sur huit droites de l'espace. A l'aide du principe de la conservation du nombre, dû à M. Schubert de Hambourg, l'auteur détermine le nombre (92) des coniques en question, ainsi que l'ordre de plusieurs surfaces qui s'y rapportent. — M. L. Gegenbauer, de Vienne : Contribution à la théorie des restes biquadratiques. Communication en rapport avec la fonction de Möbius-Mertens, destinée à compléter et à simplifier des travaux analogues de MM. Schering et Max Mandl. — M. J. C. Kapteyn présente la thèse de M. W. de Sitter (Groningue), intitulée : Discussion of heliometer-observations of Jupiter's Satellites.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. H. Julius : Sur la formation de lignes doubles dans le spectre de la chromosphère par la dispersion anormale de la lumière photosphérique. Dans la séance du 24 février 1900 (voir *Rev. génér. des Sciences*, t. XI, p. 563), l'auteur a montré qu'il est possible d'interpréter un grand nombre de phénomènes solaires en admettant que la lumière nommée chromosphérique se compose essentiellement d'une partie réfractée de la lumière photosphérique, ayant subi une dispersion anormale dans les vapeurs absorbantes du Soleil. D'après cette hypothèse, les longueurs d'onde des raies brillantes du spectre des protubérances, de la chromosphère, du « flash », ne peuvent pas être rigoureusement égales aux longueurs d'onde des raies d'absorption correspondantes du spectre de Fraunhofer. En effet, chaque raie brillante, qui correspond à une raie d'absorption de longueur d'onde λ , se compose de deux groupes de radiations dont les longueurs d'onde, toujours voisines de λ , sont un peu plus grande que λ pour l'un et un peu plus petite que λ pour l'autre. Dans la présente note, l'auteur se propose de préciser quelle sera, d'après sa théorie, la distribution caractéristique de la lumière dans une ligne chromosphérique, dans l'hypothèse que l'on a exclusivement affaire à des rayons anormalement dispersés et que le spectre est fourni par la « chambre à prisme ». La courbe de dispersion du gaz absorbant à proximité d'une quelconque des raies absorbantes prend la forme indiquée par la figure 1. Les abscisses, mesurées sur XX' , représentent les longueurs d'onde : l'abscisse du point O est égale à λ . Une ordonnée zéro signifie que l'indice de réfraction est égal à l'unité. Si la partie considérée du spectre ne contient pas de raie absorbante, la courbe de dispersion ne diffère qu'insensiblement de la droite NN' parallèle à XX' . Dans le cas contraire, où les rayons de longueur λ subissent une absorption assez considérable, la courbe montre le caractère d'une hyperbole équilatère au centre O dont NN' est une des asymptotes. Dans le spectre chromosphérique, la lumière λ fait défaut. Des rayons $\lambda \pm \delta$ correspondant aux points a et a' du spectre normal nous seront envoyés d'un anneau chromosphérique d'une

largeur assez considérable; les rayons $\lambda \pm 2\delta$, correspondant aux points b et b' , prennent leur origine dans un anneau chromosphérique plus étroit, etc. A l'intérieur, ces anneaux sont limités par la photosphère. Les largeurs de ces anneaux, fournissant de la lumière $\lambda \pm \delta, \lambda \pm 2\delta$, etc., dépendront des ordonnées de la courbe de dispersion. Comme première approximation, on peut supposer que ces largeurs sont proportionnelles aux ordonnées $a_1, a_2 = a'_1, a'_2, b_1, b_2 = b'_1, b'_2$ de cette courbe par rapport à la droite NN' de dispersion normale. Pour chaque espèce de rayons contenue dans la lumière chromosphérique, la chambre à prisme projette une image de la lunule chromosphérique, de manière qu'on obtient une infinité de lunules à côté l'une de l'autre. La distribution de la lumière dans une quelconque de ces lunules nous fera connaître l'intensité de la lumière de cette espèce émise par les différentes parties de la lunule chromosphérique. Ordinairement, une image monochromatique montrera donc la plus grande intensité du côté convexe limité par le bord de la Lune, tandis que du côté concave la lumière s'effacera par degrés insensibles. Mais les lunules cor-

lieux des extrémités α, β, \dots et α', β', \dots sont des courbes dont la forme est liée intimement à celle de la courbe de dispersion. De cette manière on trouve en quoi contribuent toutes les ondes intermédiaires à l'intensité

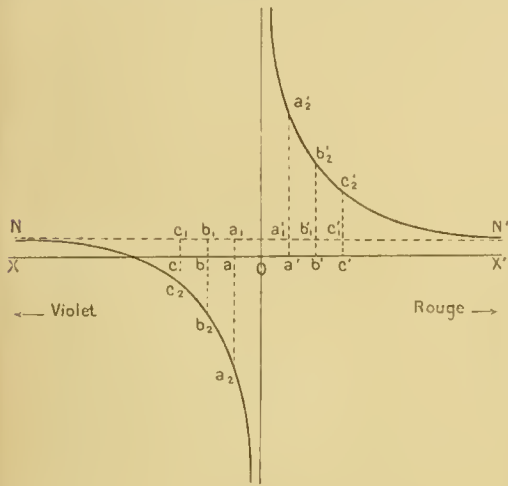


Fig. 1.

respondant à des espèces de rayons voisines empièteront l'une sur l'autre, surtout s'il s'agit des deux groupes de rayons dont une raie de la chromosphère est la résultante. Donc cette superposition de deux images donnera lieu à une distribution de lumière toute différente de celle de la lumière simple, etc. Soit Z (fig. 2) une partie du bord de la Lune au moment du second ou du troisième contact d'une éclipse solaire. Représentons la lumière composée fournie par la colonne Zz de la chromosphère par son spectre horizontal parallèle à la droite PP' ; seulement, pour faciliter l'inspection de ce que toutes les espèces de lumière contribuent à l'intensité totale de l'image entière, au lieu de déposer ces spectres sur la même parallèle nous représentons sur des parallèles équidistantes PQ', RR', \dots les spectres correspondant à la lumière $\lambda, \lambda \pm \delta, \lambda \pm 2\delta$, etc. Soit O l'image du bord de la Lune correspondant à la lumière parfaitement monochromatique d'une longueur d'onde λ . Les rayons λ étant absorbés, la droite PP' ne montre rien. En QQ' nous trouvons d'abord la lumière $\lambda - \delta$, pour laquelle le bord de la Lune se projette en a et qui s'étend tout en diminuant d'intensité jusqu'au point α , et ensuite la lumière $\lambda + \delta$ s'étendant de la même manière de a' jusqu'à α' . Ainsi nous trouvons sur RR' les rayons $\lambda - 2\delta$ et $\lambda + 2\delta$ recouvrant respectivement les segments $b\beta$ et $b'\beta'$, sur SS' les rayons $\lambda - 3\delta$ et $\lambda + 3\delta$ recouvrant $c\gamma$ et $c'\gamma'$, etc. Comme les segments de droite $aa = a'a', b\beta = b'\beta', \dots$ représentent les largeurs des anneaux chromosphériques correspondant aux espèces différentes de rayons, ils sont proportionnels aux quantités $a_1, a_2 = a'_1, a'_2, b_1, b_2 = b'_1, b'_2$ de la figure 1. Donc les

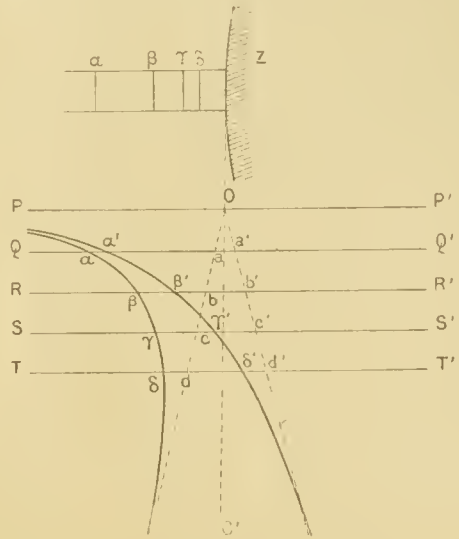


Fig. 2.

totale de l'image. Il va sans dire qu'il ne faut pas perdre de vue que l'intensité de chaque espèce de lumière diminue en procédant de gauche à droite, comme le montre la partie supérieure de la figure 3. Pour obtenir enfin la distribution de la lumière dans la ligne de la chromosphère, on n'a qu'à comprimer cette figure dans le sens vertical. L'intensité résultante qu'on obtient de cette manière est représentée par la partie inférieure de la figure 3. Ce

spectre montre une raie double dont les deux composantes s'effacent lentement de part et d'autre, de manière que l'espace intermédiaire contient encore de la lumière d'une intensité assez considérable. Ce serait donc une épreuve éclatante pour la vérité de l'opinion de l'auteur, s'il se montrait qu'en effet toutes les raies de la chromosphère sont des raies doubles du caractère indiqué. Eh bien, l'expédition néerlandaise a eu la chance d'ob-

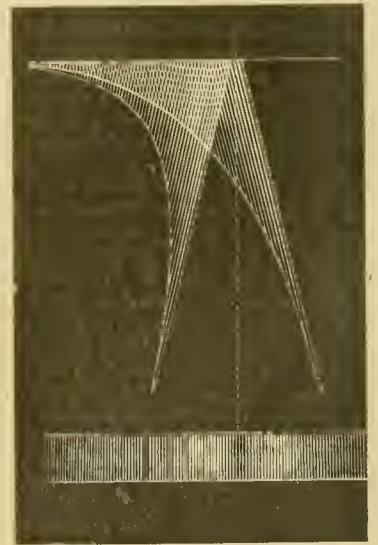


Fig. 3.

tenir avec la chambre à prisme les premiers photographes ne laissant pas même une trace de doute par rapport à ce point. Car toutes les raies chromosphériques qui s'y présentent sont des raies doubles. En premier lieu, nous devons ce résultat important à l'observateur, M. Nyland, tant par la manière soignée dont il a préparé le projet de l'observation avec la chambre à prisme de Cooke que par la précision extraordinaire

avec laquelle il a exécuté les manipulations nécessaires avant et pendant l'éclipse. Mais probablement la circonstance, très regrettable, au reste, que le ciel était tant soit peu couvert de nuages pendant l'éclipse, a exercé à cet égard-ci une influence favorable. Car si la lumière n'eût été affaiblie considérablement, les raies chromosphériques se seraient montrées sur la plaque plus intenses et en plus grand nombre, et alors le redoublement aurait été peut-être aussi douteux que sur les clichés obtenus auparavant. Comme les raies doubles ne sont pas des objets limités distinctement, il est difficile d'en évaluer la largeur. Seulement on peut pointer les parties les plus claires des deux composantes et, à l'aide du comparateur, en déterminer la distance. Cette distance semble être inégale pour les raies doubles différentes: d'après une évaluation provisoire, elle varie entre 0,7 et 1,3 des unités d'Angström. Des systèmes plus larges et plus étroits se succèdent l'un l'autre dans un ordre assez irrégulier; seulement en général la distance des deux composantes diminue à mesure qu'on s'approche du violet. Peut-être cette circonstance est-elle importante pour les théories de l'absorption. Peut-être les photogrammes obtenus par l'expédition néerlandaise, qui se prêtent si bien à faire connaître le rôle joué par la dispersion anormale dans la formation de la lumière chromosphérique, n'ont-ils pas une telle importance. En effet, l'auteur n'a remarqué nulle part une particularité dans la distribution de la lumière chez les raies doubles indiquant la nécessité d'attribuer une partie de cette lumière à la radiation propre des gaz chromosphériques. Cependant sans doute ces gaz émettent de la lumière; donc on n'a qu'à se demander en quels cas et à quel degré l'intensité de cette lumière propre peut être comparée à celle de la lumière photosphérique réfractée anormalement. Il serait à souhaiter que les spectrogrammes obtenus par les autres expéditions fussent étudiés sous ce rapport. — Ensuite M. W. H. Julius présente au nom de M. A. Smits: *Recherches avec le micromanomètre*. Suite d'une communication antérieure (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. X, p. 887). L'auteur décrit d'abord quelques améliorations apportées à son micromanomètre; ensuite il fait connaître les résultats de plusieurs séries nouvelles d'expériences. Enfin il s'occupe du désaccord entre les expériences d'après la méthode du décroissement de la tension de la vapeur et celles d'après l'abaissement du point de congélation; dans cette dernière partie, il défend la théorie de la dissociation due à S. Arrhenius contre les attaques de M. Kahlenberg (*Journal of physical Chemistry*, t. V, p. 339). — MM. S. Hoogewerf et W. A. van Dorp: *Sur l'influence de la position mutuelle des groupes d'atomes sur le cours des réactions*. En 1894 et 1895, dans les dernières années de sa vie, le Professeur Victor Meyer s'est occupé dans un grand nombre d'études du retard qu'éprouve la réaction de l'alcool méthylique et de l'acide chlorhydrique dans les acides aromatiques dans lesquels on a remplacé l'hydrogène des deux places ortho par rapport au carboxyle par d'autres atomes ou d'autres radicaux. Il cherche à expliquer ce retard en supposant que ces deux atomes nouveaux ou ces deux radicaux s'opposent à la formation du groupe de méthyle à cause de la place qu'ils occupent. D'après les expériences des auteurs, publiées dans le *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique*, t. XVIII, p. 214, et devancés en partie par une communication de MM. Klages et Allendorf et une communication de MM. Klages et Lickroth, l'hypothèse de Victor Meyer que nous venons de citer exige d'être complétée. Car ces expériences démontrent que le remplacement des deux atomes d'hydrogène favorise d'autres réactions. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente: 1^o la première partie de son travail. *Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasentheorie* (Les équilibres hétérogènes du point de vue de la loi des phases), et 2^o au nom de M. W. E. Ringer la thèse *Over mengsels van zwavel en seleen* (Sur des mélanges de soufre et de

sélénium). — M. G. A. Lobry de Bruyn présente, au nom de M. G. van der Sleen, la thèse « *Ueber die α -Oxybutensäure und ihre Umlagerungen* » (Sur les acides vinyglycoliques et leurs transpositions).

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. W. Burck: *Sur les stigmates excitables de *Torena Fournieri* et *Mimulus luteus* et sur les moyens préventifs contre la germination de pollen étranger sur le stigmate*. Suite d'une communication précédente (*Rev. gén. des Sc.*, t. XI, p. 1252). Chez les espèces examinées, le stigmate se compose de deux lamelles larges, divergentes sous un angle important dans l'état normal et se rapprochant l'une de l'autre jusqu'à ce qu'elles se couvrent après excitation. Dans la nature, la fermeture de ces lamelles est causée par un insecte qui vient chercher du miel; d'après la construction de la fleur, l'insecte ne peut parvenir jusqu'au miel sans toucher ces lamelles. Ces lamelles restent fermées si l'insecte a déposé du pollen; dans le cas contraire, elles se rouvrent bientôt. Dans les expériences de l'auteur sur la fécondation artificielle de *Torena Fournieri*, les lamelles du stigmate se comportaient de deux manières différentes, suivant que le pollen avait été emprunté aux deux étamines longues ou aux deux étamines courtes. Dans le premier cas, le stigmate se rouvrit après quelques minutes; dans le second cas, le stigmate restait fermé pour toujours. L'espèce *Mimulus Fournieri* se comporte tout à fait de la même manière. Un examen minutieux des stigmates de ces deux plantes démontre que le côté intérieur des lamelles est excessivement irritable, de manière que les lamelles se ferment par le moindre contact. Au contraire, le côté extérieur des lamelles peut subir des excitations assez considérables sans que les lamelles se ferment. L'auteur suppose donc que le contact du côté intérieur est accompagné d'une perte d'eau des cellules turgescentes qui la composent, par laquelle ces couches de cellules perdent en même temps leur tension. En général, après quelques minutes la teneur en eau de ces couches est rétablie et le stigmate se rouvre. D'après ces considérations, une autre cause doit être en jeu, si le stigmate ne se rouvre pas. L'auteur la cherche dans une action différente de l'humeur du stigmate sur le pollen, etc. etc. — M. A.-A.-W. Hubrecht: *Sur la gastrulation et la formation du mésoblaste chez les Mammifères*. L'auteur montre et explique un onzain de planches faisant partie d'un mémoire sur l'ontogénèse de *Tarsius spectrum* qui paraîtra dans les publications de l'Académie. — M. Th.-W. Engelmann: *Sur l'influence négativement isotrope du nerf pneumogastrique sur le cœur*. Dans le laboratoire de Donders (Utrecht), M. Nuel a découvert et étudié l'influence affaiblissante du nerf pneumogastrique sur les contractions du cœur. En appliquant sa méthode de suspension du cœur de grenouille et son pantokymographe aux contractions des oreillettes du cœur de grenouille, le physiologiste de Berlin trouve qu'en qualité l'effet d'une excitation ne dépend nullement du lieu où elle est appliquée, ou à la branche principale du nerf, ou aux origines dans le cerveau, ou aux oreillettes mêmes, ou même quand l'excitation, prenant naissance dans les entrailles, se propage au cœur par réflexion. Très peu de temps après une excitation momentanée, les contractions diminuent graduellement en importance et en durée; après quelque temps, les systoles ordinaires se rétablissent. L'intensité et la durée de la perturbation s'accroissent avec la force de l'excitation. La durée de la période de l'affaiblissement croissant est très constante, trois à quatre secondes à peu près. Au contraire, la période régénératrice du décroissement de l'affaiblissement peut surpasser une minute même. La phase de la période du cœur au moment d'excitation n'exerce pas d'influence sensible, etc., etc. L'auteur fait circuler plusieurs cardiogrammes se rapportant à son sujet. P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

HOMMAGE A M. MARCELLIN BERTHELOT

Dimanche dernier a eu lieu, dans le grand Amphithéâtre de la Sorbonne, une belle et touchante cérémonie.

On célébrait le cinquantième anniversaire des premiers travaux de M. Berthelot.

Au cours de cette cérémonie, que présidait M. Loubet, président de la République, et dont un Comité, composé des savants les plus éminents de tous les pays, avait pris l'initiative, une médaille commémorative, gravée par Chaplain, a été offerte à notre illustre compatriote.

La vaste salle du grand Amphithéâtre pouvait à peine contenir tous ceux qui avaient tenu à apporter au Maître vénéré le témoignage de leur respectueuse admiration. C'est qu'en effet M. Berthelot est l'un des plus illustres savants dont s'honore notre pays.

Ce n'est pas seulement la Chimie qui lui est redevable, mais la Philosophie naturelle tout entière.

Doné d'une extraordinaire puissance de travail, curieux de tout savoir, sa vive et pénétrante intelligence le porta, dès l'adolescence, vers toutes les grandes questions qui intéressent le monde physique et l'Humanité.

Tout jeune, il montra une aptitude remarquable aux études les plus variées et se passionna pour les sciences de la Nature, l'histoire des civilisations et la Philosophie. Au Concours général de 1846, il obtint le prix d'honneur de Philosophie. Depuis, il n'a cessé de mener de front les études générales, tout en portant son effort particulier sur sa science de prédilection : la Chimie.

Dans cette science, M. Berthelot s'est principa-

lement adonné à la recherche des principes et des lois; il ne s'est guère occupé d'application que pour la défense nationale; rappelons, à ce propos, que c'est en partant des principes de Thermo-chimie établis par M. Berthelot et des conceptions mécaniques de M. Sarrau, que M. Vieille est arrivé à sa célèbre et glorieuse invention de la poudre sans fumée.

Quant à la Science pure, nous n'avons pas dessein d'énumérer ici cette longue suite de recherches triomphales qui se rapportent à la Mécanique chimique, à la Thermo-chimie, aux Equilibres chimiques, à la synthèse des matières organiques, à la Biologie. Ces grands travaux sont aujourd'hui classiques, et l'on peut dire que les principes généraux qu'ils ont introduits dans le vaste domaine de la Chimie animent actuellement toute cette science.

Quiconque la cultive, en quelque lieu du monde que ce soit, est tributaire des méthodes créées par M. Berthelot, des faits qu'il a découverts et des principes dominants et directeurs qu'il a dégagés de l'expérience.

Aussi la grande manifestation de dimanche dernier n'a-t-elle pas été uniquement française. Toutes les nations savantes avaient tenu à honneur de s'y trouver représentées. De toutes les parties du monde, anciens élèves du Maître ou ses confrères, les plus hauts dignitaires de la Science, fiers de se déclarer ses disciples, sont venus exprimer à M. Berthelot leur respectueuse reconnaissance.

En s'associant pleinement à cet éclatant hommage, la *Revue* a la certitude de répondre au sentiment unanime de ses savants collaborateurs et de ses lecteurs.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Les médailles de la Société Royale de Londres. — C'est aujourd'hui, dans sa séance annuelle, que la Société Royale de Londres doit décerner les cinq grandes médailles dont elle dispose.

La Médaille Copley est attribuée au Professeur *J. Willard Gibbs*, membre étranger de la Société Royale, pour ses beaux travaux de Physique mathématique.

L'une des Médailles royales est décernée à *M. W. E. Ayrton*, pour ses recherches sur l'Electricité; l'autre à *M. W. Th. Blanford*, pour ses travaux sur la distribution géographique des animaux.

La Médaille Davy est attribuée à *M. G. Liveing*, pour ses recherches dans le domaine de la spectroscopie.

Enfin, le titulaire de la Médaille Sylvester est l'un de nos compatriotes, le Professeur *Henri Poincaré*, membre étranger de la Société Royale, dont les grands travaux mathématiques n'ont pas besoin d'être rappelés ici. Nos lecteurs trouveront, dans le présent fascicule, une magistrale étude de l'illustre savant sur une question qui passionne à l'heure actuelle le monde des physiciens : l'Electrodynamique des corps en mouvement.

§ 2. — Cristallographie

La méthode chronophotographique appliquée à l'étude de la genèse des cristaux. —

L'opinion généralement admise, relativement à la cristallisation d'une solution, est que la séparation des cristaux est précédée de la formation d'une nouvelle phase liquide, dont plusieurs petites gouttelettes se soudent entre elles, puis se modifient pour former les cristaux.

Il a paru à MM. Th.-W. Richards et E.-H. Archibald que cette théorie est insuffisamment vérifiée par l'expérience, et ils ont eu l'idée ingénieuse¹ d'appliquer à l'étude de la naissance et du développement des cristaux la méthode chronophotographique, utilisée par M. Marey pour l'analyse des phénomènes de courte durée.

Leur appareil est un dispositif microphotographique ordinaire, muni d'un obturateur rotatif qui découvre l'objectif pendant un temps égal au cinquième de la durée de sa révolution : il permet, par exemple, de prendre, en une seconde, dix épreuves, dont chacune est posée $\frac{1}{50}$ de seconde. Pendant cette rotation, la pellicule photographique est régulièrement déplacée au fond de la chambre noire. L'éclairage, qui doit être très intense, d'autant plus que le grossissement est plus considérable, est produit par la lumière solaire.

A signaler le procédé qui consiste à placer le liquide entre deux nicols croisés, de telle manière que, quand un cristal se forme (sauf s'il appartient au système cubique), il apparait en clair sur fond noir; dans ce cas, on a trouvé préférable de laisser la pellicule fixe, et de faire glisser légèrement le porte-objet, avant chaque ouverture de l'obturateur, par l'intermédiaire d'une sorte d'échappement à ancre, mis en jeu par l'obturateur lui-même. Mais il faut remarquer que ce procédé ne permet pas de décider si l'apparition des cristaux est ou non précédée de la formation de globules liquides, puisque ceux-ci, isotropes, ne rétabliront pas la lumière éteinte par les nicols, et par conséquent ne seront pas photographiés. Aussi, les auteurs opèrent plutôt en lumière non polarisée, et, dans la plupart de leurs photographies, les cristaux se détachent en sombre sur fond lumineux.

Avec un microscope grossissant 580 fois, et en agrandissant ensuite les clichés, on est parvenu à un grossissement de 4.000 diamètres : aucune épreuve n'a décelé l'existence de globules n'ayant pas la structure cristalline. Si bien qu'il ressort de ce travail, plus intéressant par son principe que par la certitude de ses résultats, les conclusions suivantes :

Si, dans les solutions étudiées (solutions aqueuses de substances ayant un point de fusion très supérieur à la température des observations : BaCl_2 , AzO_3Na , SO_4Cu , NaI , KI ...), des globules liquides se forment avant les cristaux, leur existence ne dure pas $\frac{1}{10}$ de

seconde, ou leur diamètre n'atteint pas $\frac{1}{1.000}$ de millimètre.

Dès que la photographie donne une image, celle-ci révèle la structure cristalline. Le diamètre des cristaux croît d'abord très vite, puis beaucoup plus lentement, suivant une loi très voisine de $D^3 = Kt$:

Temps t	0	1	3	5
Diamètre D	0	0,57	0,87	1

Il semble bien que, surtout au début de sa croissance, alors qu'il n'est pas encore soumis à l'influence des cristaux qui se développent dans son voisinage, chaque cristal s'accroît en restant semblable à lui-même; et, d'après la loi précédente, son volume varie proportionnellement au temps.

Encore une fois, une certaine indécision subsiste, quant au problème que s'étaient posé les auteurs, mais l'application du principe du cinématographe à la microphotographie semble devoir permettre quelques progrès dans la connaissance intime de la matière et de ses transformations.

§ 3. — Chimie industrielle

Le développement et l'état actuel de l'industrie chimique en Suisse. — Deux faits principaux ont caractérisé l'évolution de l'industrie chimique dans le dernier quart du XIX^e siècle : d'abord, le développement merveilleux de la chimie organique industrielle, matières colorantes, parfums et médicaments; puis la part de jour en jour plus grande prise par l'énergie électrique, soit qu'elle fit découvrir des corps pour ainsi dire nouveaux comme le carbure de calcium, soit qu'elle permit dans des conditions plus avantageuses la préparation de corps déjà connus, mais de consommation considérable, comme la soude et le chlore. — Ces transformations ont eu pour résultat des déplacements dans les centres d'activité industrielle, et ces variations ont été l'objet de statistiques et d'études nombreuses pour les grandes Puissances, comme la France, l'Allemagne et l'Angleterre. Dans cet article, nous ferons rapidement la même étude pour la Suisse, et nous verrons quelle est à l'heure actuelle la situation de l'industrie chimique dans ce pays.

1. *Grande industrie chimique.* — La difficulté des communications, la pauvreté en matières premières et l'absence complète de charbon constituaient pour la Suisse un ensemble de conditions défavorables qui n'empêchèrent pas cependant vers la fin du XVIII^e siècle, et surtout dans le commencement du XIX^e, la fondation d'un certain nombre de petites usines produisant les produits chimiques les plus nécessaires. Ce furent d'abord les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique, puis, en 1827, la soude brute, et en 1845 la soude cristallisée. — Dès 1850, la production considérable d'acide chlorhydrique fit installer la fabrication du chlorure de chaux. A l'heure actuelle, la production de ces diffé-

¹ *Phil. Mag.* (6), t. II, p. 488, Novembre 1901.

rents produits, malgré son développement continu, est encore insuffisante, ainsi que le montrent les chiffres de l'importation et de l'exportation pour l'année 1900 (Tableau I).

TABLEAU I. — *Importation et exportation des produits de la grande industrie chimique en Suisse en 1900.*

	IMPORTATIONS		EXPORTATIONS	
	Quantités en quintaux	Valeur en francs	Quantités en quintaux	Valeur en francs
Carbonate de soude cristallisé . . .	9.434	61.321	1.219	9.629
Carbonate de soude anhydre	99.857	1.148.355	483	1.913
Acide sulfurique . .	65.249	473.055	1.882	24.232
Chlorure de chaux.	13.475	192.240	12.753	164.158
Soude et potasse caustiques . . .	27.973	839.190	1.025	30.724

L'introduction en Suisse, vers 1850, des engrais artificiels et leur emploi toujours croissant permirent, depuis 1862, la fondation d'usines destinées à cette production; mais, devant la concurrence des produits similaires allemands, un certain nombre de fabriques durent disparaître, et l'exportation (18.125 quintaux), est maintenant très faible devant l'importation (630.968 quintaux), composée surtout de superphosphates et de scories Thomas.

La distillation du bois, relativement prospère vers 1870-1880, alors que l'acétate de fer trouvait un écoulement facile dans la teinture, a vu depuis la production diminuer des 9/10 et, par suite, la fabrication d'acide acétique et d'acétate de soude a complètement disparu. — Une conséquence de la faible production a été l'impossibilité d'installer la fabrication de la créosote, qui exige, pour être rémunératrice, de pouvoir traiter des quantités considérables de goudrons.

Le sulfate de fer et les mordants de fer fabriqués naguère en grandes quantités ont vu diminuer de beaucoup leur production depuis que le chlorure d'étain s'est introduit dans la teinture de la soie. Par contre, l'industrie des sels d'étain a profité de cette transformation, et actuellement le tétrachlorure d'étain est fabriqué dans un grand nombre d'usines, à Zurich, Glaris, Uetikon, etc.

Le sulfate d'aluminium nécessaire aux teintureriers de coton, fabriqué jadis à Uetikon, vient maintenant d'Allemagne, et le sulfate de cuivre que produisaient presque toutes les premières usines suisses n'est plus fabriqué maintenant, malgré sa consommation toujours croissante dans la viticulture.

2. *Industries électro-chimiques et électro-thermiques.* — Les événements ne paraissent pas avoir justifié les prédictions optimistes faites au début de ces industries. La Suisse, disait-on, devait trouver dans les nouveaux procédés une large compensation aux difficultés inhérentes à sa situation et au manque de matières premières; ces difficultés devaient disparaître devant l'extraordinaire bon marché de l'énergie fournie par les torrents de ses montagnes, par ce que, poétiquement, on appelait la houille blanche. En réalité, la situation de ces industries est stationnaire depuis quelques années; des innombrables usines qui, par exemple, devaient fabriquer des millions de tonnes de carbure, quelques-unes en restèrent à la période d'essai; d'autres, tuées par l'avalissement des prix dû à une concurrence acharnée, furent obligées de cesser la fabrication. Actuellement, le prix du carbure est tombé de 700 francs en 1896, à 200 francs la tonne, prise à l'usine; la majeure partie de la production annuelle,

de 8.000 tonnes environ, est exportée dans tous les pays du monde; un millier de tonnes suffisent pour la consommation personnelle du pays.

Quant à l'industrie de l'aluminium, représentée exclusivement par l'*Aluminium Industrie Aktiengesellschaft*, elle continue à se développer rapidement, ainsi que le montre la production, passée de 4.500 tonnes, en 1899, à 2.500 en 1900.

La préparation électrothermique du phosphore, entreprise à Chatelaine, a cessé et, à l'heure actuelle, on ne trouve plus dans le commerce de phosphore obtenu par ce procédé.

Parmi les industries électrolytiques, celle des chlorures est en pleine prospérité; mais, pour la soude et le chlore, les résultats ne paraissent pas encore définitifs; on sait que l'énergie disponible dans les usines suisses représente une production possible de 3.000 à 3.500 tonnes de soude à 70% et de 7.000 tonnes environ de chlorure de chaux, mais on ignore quelle est la production réelle; l'influence de cette nouvelle industrie ne s'est jusqu'à présent fait sentir que par une augmentation dans les exportations de chlorure de chaux. D'ailleurs, cette industrie rencontre en Suisse une difficulté particulière, due à l'existence d'un impôt prohibitif qui vient augmenter le prix relativement élevé du sel nécessaire à cette fabrication.

3. *Matières colorantes, produits pharmaceutiques et produits divers.* — La Suisse, surtout dans sa partie allemande, a suivi l'Allemagne pour ces industries, qui sont à l'heure actuelle en pleine prospérité. Grâce à sa merveilleuse situation au point de vue des transports, Bâle est devenu le centre de cette production. Depuis le jour où, en 1859, fut installée la première usine suisse de matières colorantes artificielles, la production a cru sans cesse, et la valeur des produits fabriqués, qui était de 7 millions en 1875, est passée à 16 millions en 1896, pour atteindre 18 millions en 1899.

Un quinzième seulement de cette production est utilisé dans le pays; le reste est exporté dans le monde entier, et principalement aux États-Unis.

Cette prospérité a eu pour contre-coup immédiat la disparition des extraits de bois, dont la valeur, de 1.647.000 francs en 1899, est tombée à 420.000 francs en 1899.

Les laques et vernis, d'abord fournis par l'Angleterre et la Hollande, furent peu à peu, depuis 1860, fabriqués à Berne, Bâle, Coire, etc., etc.; mais, la facilité des transactions augmentant, les produits français et allemands sont venus rendre plus dures les conditions d'existence de ces industries.

Il en est de même des matières colorantes minérales, pour lesquelles les produits français, surtout dans la Suisse française, font une concurrence très sérieuse aux produits indigènes, grâce aux tarifs douaniers très peu élevés.

Quant aux produits pharmaceutiques, photographiques, et aux parfums synthétiques, leur préparation se développe rapidement, et l'analogie des recherches nécessaires à la découverte de ces produits et à celle des matières colorantes, a fait qu'un certain nombre d'usines suisses ont réuni ces industries.

En résumé, la Suisse doit chercher de plus en plus à restreindre ses importations de produits de la grande industrie chimique, produits de consommation considérable, tels que les acides, la soude, etc., sans viser, quant à ces matières, à une exportation que les frais de transport et les droits de douane semblent lui interdire complètement. Cette impossibilité d'exporter n'existe plus, dès qu'il s'agit de substances chères et susceptibles de supporter des frais de transport et de douane: tels les matières colorantes, les produits pharmaceutiques, les parfums, etc.

C'est d'ailleurs, nous l'avons vu, dans cette direction, que, à l'heure actuelle, l'industrie chimique suisse prend le développement le plus considérable.

Les chiffres et documents qui ont servi à cette étude

sont empruntés à une brochure publiée par le Dr Georg Lunge et consacrée à l'histoire et au développement des industries chimiques en Suisse. C. Marie,

Préparateur de Chimie appliquée
à la Faculté des Sciences de Paris.

§ 4. — Zoologie

La parthénogénèse provoquée chez les Echinodermes. — Dans une chronique précédente¹, nous émettions le vœu que les expériences de Loeb fussent reprises dans un de nos laboratoires maritimes, afin de lever les critiques de M. Viguier et de nous assurer définitivement de la réalité d'un fait aussi curieux. C'est chose faite maintenant, et M. Delage² vient de montrer, dans un travail d'une précision et d'une clarté qui ne laissent aucune prise au doute, que la parthénogénèse expérimentale des œufs d'Echinodermes est un fait bien réel, dont on commence à entrevoir le déterminisme.

Chez l'*Asterias glacialis*, un certain nombre d'œufs sont naturellement aptes à se développer sans fécondation, mais leur nombre semble varier beaucoup suivant les individus : telle Astérie donne jusqu'à 6 % d'œufs qui, non fécondés, se segmentent plus ou moins complètement ; telle autre ne donne rien, pour des raisons mal connues, mais qui tiennent probablement, non pas à l'individu, mais à l'âge plus ou moins convenable des œufs. Or, c'est précisément lorsque les œufs d'un individu montrent une tendance au développement sans fécondation que les traitements expérimentaux réussissent le mieux, et c'est tout naturel ; mais l'énorme disproportion entre le taux pour cent des réussites naturelles et celui des réussites expérimentales (de 5 à 80 % de segmentations dont un nombre variable, jusqu'à 100 %, atteignent le stade de blastule nageante), ne laisse aucun doute quant à la réalité de l'agent mis en œuvre. M. Delage a obtenu des réussites avec les réactifs les plus variés, solutions de KCl et de NaCl mélangées à l'eau de mer (solutions hypertoniques), HCl en solution très faible (0,01 %), et surtout avec le chlorure de manganèse, qui a donné une fois jusqu'à 95 % de segmentations parthénogénétiques.

Chez les *Asterias*, il semble qu'un très grand nombre des œufs qui se développent par parthénogénèse naturelle ou provoquée n'éliminent qu'un seul globule polaire, de sorte que les agents qui déterminent la parthénogénèse expérimentale agiraient en empêchant la formation du second globule, et en plaçant ainsi l'œuf dans la condition de la parthénogénèse naturelle. Le second globule polaire joue le rôle du spermatozoïde en laissant dans l'œuf les matériaux (ovocentre, chromatine) qui lui font défaut après l'expulsion de ce globule.

Enfin, M. Delage confirme ses résultats antérieurs au sujet du nombre des chromosomes³. Les noyaux somatiques des *Strongylocentrotus* et des *Asterias* ont normalement dix-huit chromosomes ; or, c'est ce même nombre que l'on retrouve, soit dans l'œuf normalement fécondé, soit dans l'œuf qui s'est développé par parthénogénèse expérimentale, soit dans celui qui a subi la fécondation mérogonique, et, cependant, dans le premier cas il renferme une chromatine mixte (9 + 9), dans les autres une chromatine exclusivement maternelle ou exclusivement paternelle. Il n'y a donc ni individualité, ni permanence des chromosomes chez ces espèces ; leur nombre est l'effet d'une auto-régulation sous la dépendance du cytoplasme qui entoure le noyau.

Aux géniales recherches de MM. Loeb et Delage, il ne manque plus qu'une expérience, plus importante peut-être que toutes les autres : ce serait de féconder un œuf sans noyau d'une espèce donnée, par le spermatozoïde d'une autre espèce (on sait que l'hybridation

mérogonique est possible, MM. Loeb et Delage s'accordent à le croire), et de voir quelle serait la forme du produit. S'il ressemble uniquement au père, c'est la démonstration finale et précise que le noyau est l'unique support de la transmission héréditaire ; s'il a quelques caractères maternels, c'est que l'hérédité est transmise par autre chose que le noyau, et toutes nos idées et théories sur l'hérédité sont à réviser.

Voyages aériens des Araignées. — Il est bien connu que certaines Araignées peuvent être transportées par le vent, grâce à un fil de soie très ténu qu'elles émettent par une filière, et qui est entraîné par le courant d'air ascendant qui part du sol ; un fil d'un mètre de long, d'après les expériences de M. Favier¹, peut porter un lest d'un demi-milligramme, poids d'une jeune Araignée. Depuis plusieurs années, M. Favier suit à chaque printemps la dispersion d'un grand nombre de nids de jeunes Araignées (Épéïres ou autres) ; en quelques heures, par un temps favorable, un millier de jeunes s'envolent du même nid, pour aller commencer au loin leurs travaux et leurs classes ; l'Araignée n'est pas absolument passive, elle peut régler son ascension au départ et en cours de route ; il lui suffit d'augmenter la longueur de son fil pour monter plus vite et de le pelotonner pour atterrir. Il ne serait pas impossible que certaines espèces hivernantes pussent accomplir, par ce procédé, une sorte d'émigration périodique.

§ 5. — Physiologie

La formation de l'acide urique chez les Oiseaux. — On sait que la proportion des différents composés azotés de l'urine des oies est une modification importante après l'ablation du foie, pendant les quelques heures de la survie. Dans l'urine de l'oie normale, les 60 à 70 % de l'azote existent sous forme d'acide urique, les sels ammoniacaux n'en contenant que 40 à 20 %. Dans l'urine de l'oie privée de foie, l'acide urique ne contient plus que 5 % de l'azote total ; les sels ammoniacaux en contiennent 50 à 60 %. On est ainsi conduit à penser que, chez l'oie normale, une importante fraction, sinon la totalité de l'acide urique urinaire, provient de sels ammoniacaux, dérivés des substances protéiques des tissus et transformés en acide urique par le foie (Minkowski).

Toutefois, cette conclusion est sujette à une objection : l'urine des oies opérées contient du lactate d'ammoniaque en abondance ; l'urine des oies normales n'en contient pas ; on peut imaginer qu'à la suite de l'ablation du foie il se produit anormalement, dans l'organisme de l'oie, de l'acide lactique, et que la présence de cet acide détermine la production et l'élimination d'un composé anormal, comme l'introduction d'un acide non combustible dans l'organisme des Mammifères augmente la quantité des sels ammoniacaux de l'urine.

L'expérience de Minkowski devait donc être complétée ; il convenait de démontrer directement, sur un foie d'oie extrait de l'organisme, la transformation de sels ammoniacaux en acide urique dans le sang chargé de ces sels qu'on fait circuler dans ses vaisseaux. L'expérience a été récemment faite par MM. K. Kowalewski et S. Salaskin². Il résulte de cette expérience que le foie de l'oie peut transformer en acide urique le lactate d'ammoniaque et aussi l'arginine.

Cette expérience prévue, dont le résultat était escompté, vient combler une lacune signalée de divers côtés. Désormais, le parallèle est parfait entre, d'une part, le foie des Mammifères, qui transforme en urée les sels ammoniacaux, les acides amidés et les urates, et, d'autre part, le foie des Oiseaux, qui transforme en acide urique les sels ammoniacaux, les acides amidés et l'urée.

¹ Revue générale des Sciences, du 30 décembre 1900.

² Etudes expérimentales sur la maturation cytoplasmique et sur la parthénogénèse artificielle chez les Echinodermes. Arch. Zool. exp. (3), t. IX, 1901, p. 285.

³ Voyez la Revue générale des Sciences, du 30 juillet 1900.

¹ Note sur les voyages aériens de certaines Araignées, Bull. Soc. Entomol. de France, n° 14, 1901, p. 249.

² Zeitschrift für physiologische Chemie, XXXIII, p. 210.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Le chemin de fer du Yun-nan. — Le Yun-nan est depuis longtemps considéré, à juste titre, comme un prolongement naturel de l'Indo-Chine vers le nord et l'une des régions où, de cette colonie, nous avons le plus d'intérêt à étendre notre action économique. Aussi, l'idée d'un chemin de fer de pénétration du Tonkin vers cette partie de la Chine devait-elle nécessairement rencontrer d'unanimes adhésions.

Nous rappelons que, dès 1897, M. Guillemoto, ingénieur des Ponts et Chaussées, commença des études pour son établissement; mais la Mission fut d'abord entravée par les autorités chinoises. Il fallut, pour la reprise des travaux, que la Convention du 10 avril 1898, renouvelant sur ce point celle du 24 juin 1895, concédât à la France le droit de construire un chemin de fer jusqu'à la capitale du Yun-nan. A la fin de 1898, M. Guillemoto put achever les plans d'un tracé qui, suivant la rive gauche du Fleuve Rouge sur 65 kilomètres, emprunte ensuite un de ses affluents, le Sin-chien-ho, pour arriver sur le plateau de Mong-tsé et à Yun-nan-sen.

C'est alors que, d'après les projets élaborés par M. Doumer, gouverneur général de l'Indo-Chine, une loi du 25 décembre 1898 autorisa l'émission d'un emprunt de 200 millions pour la construction de chemins de fer en Indo-Chine. La ligne de Hai-phong à Lao-kay fut classée en premier rang, par ordre d'urgence, et la loi autorisa la construction immédiate de celle de Lao-kay à Yun-nan-sen, qui est le prolongement de la première. On se souvient que la révolution chinoise entraîna le départ précipité du Yun-nan de notre consul, M. François, et interrompit un certain temps les études préparatoires; elles ont pu être reprises depuis, et une loi du 5 juillet 1901 a approuvé une convention, conclue par le gouverneur général de l'Indo-Chine, pour la construction partielle et l'exploitation du chemin de fer de Hai-phong à Yun-nan-sen.

La longueur totale de la ligne est de 475 kilomètres environ. Jusqu'à Lao-kay, elle comprend trois sections: Hai-phong-Hanoi, Hanoi-Viétri, Viétri-Lao-kay. La première doit être achevée avant le 1^{er} avril 1903 et les deux suivantes avant le 1^{er} avril 1905. Aucune date n'est prévue pour la ligne de Lao-kay à Yun-nan-sen, mais l'infrastructure et les travaux d'art pourront être commencés, tandis que la ligne se construira dans le Tonkin.

Après Lao-kay, la voie franchit le Nam-ti, sur un pont de 75 mètres, qui est l'un des ouvrages d'art les plus importants de toute la ligne; elle suit presque constamment la berge du Fleuve Rouge, jusque vers Sin-kay, au confluent du Sin-chien-ho.

Le tracé remonte le long de cet affluent du Fleuve Rouge, qui d'abord coule avec une faible pente, dans une vallée assez large; le cours d'eau devient ensuite plus rapide, et la vallée se rétrécit à ce point, qu'aux environs de Tao-tsé, la rive gauche forme, en certains endroits, une muraille verticale de 60 mètres de haut, d'où descendent en cascades de nombreux affluents. La ligne se maintient à flanc de coteau; les ouvrages d'art sont nombreux, mais de peu d'importance.

C'est ensuite, entre Tou-tou-peu et Ho-kia-tchay, lorsqu'il s'agit de franchir la coupure qui donne accès dans le cirque de Mong-tsé, que des difficultés se présentent. On a dû adopter un tracé contourné, et dans cette section, les travaux d'art sont non seulement rapprochés, mais relativement importants; cependant, le plus long tunnel ne dépasse pas 300 mètres. On entre à Ho-kia-tchay, dans la vallée du Si-kiang, dont paraissent être tributaires les lacs sans écoulement qui se trouvent dans le cirque de Mong-tsé.

La ligne sort de ce cirque par un seuil peu élevé et remonte le cours du Lin-gan-ho, affluent du Si-kiang, puis ce dernier fleuve, qui coule aussi dans un cirque fermé. On passe par un tunnel de 900 mètres, le plus

long de toute la ligne, du bassin du Si-kiang dans celui du Yang-tsé-kiang. La voie atteint en ce point son maximum d'altitude, qui est de 1.880 mètres environ. A la sortie de ce tunnel, une descente en pente douce amène au bord du grand lac, long de 50 kilomètres et large de 10, à la pointe nord duquel est situé Yun-nan-sen.

Aucune voie de pénétration au Yun-nan ne se présente dans des conditions plus favorables que celle-ci, et les difficultés de construction de la ligne sont aussi faibles que possible. La situation des Anglais est loin d'être la même. Ils ont poussé leurs chemins de fer de Birmanie, d'une part jusqu'à Myitkyina, dans la vallée de l'Iraonaddy, d'autre part jusqu'à Kun-long, près de la frontière de Chine, dans la direction du Yun-nan; ils forment bien le projet de prolonger leur ligne de Kun-long jusqu'au cœur du Yun-nan par Tali-fou, mais ils se trouvent en présence de chaînes de montagnes dont la traversée, a-t-on dit, équivaldrait à sept fois celle des Alpes. Quoi qu'il en soit, la partie qui resterait à construire par nos voisins serait tout à la fois plus difficile et plus longue que la totalité de notre ligne de Hanoi à Yun-nan-sen.

Parvenus à Yun-nan-sen, devons-nous nous y arrêter ou pousser plus loin notre pénétration? Occupé Yun-nan-sen, c'est avoir le Yun-nan tout entier. Mais le Yun-nan est, comme l'a fait remarquer M. Doumer, « l'origine de toutes les hautes vallées ». Aussi est-il convaincu que le chemin de fer du Yun-nan, prolongé jusqu'à Siou-fou, sur le Yang-tsé-kiang, et de là, d'un côté à Tchouang-king, sur le même fleuve, de l'autre à Tching-tou, la capitale du Sé-tchouen, drainerait vers le Tonkin les produits de la Chine centrale et aurait chance de les détourner peut-être des voies anglaises de Chang-hai et de Canton.

Pour le moment, il nous suffit de constater que la ligne, même limitée au Yun-nan, présente un incontestable intérêt politique, qui est d'assurer la protection de nos possessions indo-chinoises en exerçant une surveillance constante sur les provinces chinoises voisines.

L'intérêt économique n'est pas moindre. Le sol du Yun-nan est riche et fertile. Sans être abondante comme dans les deltas du Mékong et du Fleuve Rouge, la culture du riz peut y être fortement accrue. Dans les régions insuffisamment irriguées, elle peut être remplacée par celle du maïs. Selon l'altitude, on cultive aussi le sarrasin, l'avoine, l'orge, le thé ou l'opium. Presque toutes les plantes de nos jardins d'Europe viennent avec facilité dans ces régions. La vigne existe un peu partout à l'état sauvage au-dessous de 1.800 mètres, et surtout vers 1.200 mètres. Par son climat, le Yun-nan constitue un véritable sanatorium pour nos compatriotes fatigués par les chaleurs torrides de la vallée.

Au point de vue minier, on a été exactement renseigné sur les ressources du Yun-nan par M. Leclère, ingénieur en chef des Mines, qui, en 1897, a effectué plus de 6.000 kilomètres à travers le haut Tonkin, le Yun-nan, le Kouei-tcheou et le Kouang-si, et a procédé à une étude géologique complète de ces régions. Sa conclusion est que tout le pays qui s'étend du Fleuve Rouge au Yang-tsé-Kiang est appelé à devenir l'un des pays miniers les plus intéressants du globe.

Les principales richesses minérales du Yun-nan consistent dans la houille, le cuivre et l'étain. On trouve de la houille dans toute la région comprise entre le Tonkin et le Fleuve Bleu, en passant par Yun-nan-sen. Cette richesse houillère se trouve jointe à des gisements de fer situés sur les bords mêmes du Fleuve Rouge et à d'innombrables gisements de cuivre; ces derniers sont exploités depuis plus d'un millier d'années, mais il reste encore des gisements profonds qui peuvent être traités par les méthodes modernes. Les mines d'étain de la région de Mong-tsé sont exploitées activement par une population d'environ trente mille individus.

Gustave Regelsperger.

A PROPOS DES EXPÉRIENCES DE M. CRÉMIEU

La *Revue* a rendu compte des récentes expériences de M. Crémieu¹, qui, si elles étaient confirmées par des recherches ultérieures, bouleverseraient complètement nos idées sur l'Électrodynamique.

Pour faire comprendre à quel point les idées de Crémieu sont révolutionnaires, il est nécessaire d'abord de résumer succinctement toute l'histoire de l'Électrodynamique et de remonter aux origines, c'est-à-dire à Ampère.

Je suivrai dans cette exposition un ordre *logique*, qui ne sera pas absolument d'accord avec l'ordre historique.

I. — THÉORIE D'AMPÈRE.

Quand Ampère a étudié expérimentalement les actions mutuelles des courants, il n'a opéré et il ne pouvait opérer que sur des courants fermés.

Ce n'est pas qu'il niât la possibilité des courants ouverts. Si deux conducteurs sont chargés d'électricité de nom contraire et si on les met en communication par un fil, il s'établit un courant allant de l'un à l'autre et qui dure jusqu'à ce que les deux potentiels soient devenus égaux. Dans les idées qui régnaient du temps d'Ampère, c'était là un courant ouvert; on voyait bien le courant aller du premier conducteur au second, on ne le voyait pas revenir du second au premier.

Ainsi, Ampère considérait comme ouverts les courants de cette nature, par exemple les courants de décharge des condensateurs; mais il ne pouvait en faire l'objet de ses expériences, parce que la durée en est trop courte.

On peut imaginer aussi une autre sorte de courant ouvert. Je suppose deux conducteurs, A et B, reliés par un fil AMB. De petites masses conductrices en mouvement se mettent d'abord en contact avec le conducteur B, lui empruntent une charge électrique, quittent le contact de B, se mettent en mouvement en suivant le chemin BNA, et, en transportant avec elles leur charge, viennent au contact de A et lui abandonnent leur charge, qui revient ensuite en B en suivant le fil AMB.

On a bien là en un sens un circuit fermé, puisque l'électricité décrit le circuit fermé BNAMB; mais les deux parties de ce courant sont très différentes: dans le fil AMB, l'électricité se déplace à travers un conducteur fixe, à la façon d'un

courant voltaïque, en surmontant une résistance ohmique et en développant de la chaleur; on dit qu'elle se déplace *par conduction*; dans la partie BNA, l'électricité est *transportée* par un conducteur mobile; on dit qu'elle se déplace *par convection*.

Si, alors, le courant de convection est considéré comme tout à fait analogue au courant de conduction, le circuit BNAMB est fermé; si, au contraire, le courant de convection n'est pas « un vrai courant », et, par exemple, n'agit pas sur les aimants, il ne reste plus que le courant de conduction AMB, qui est *ouvert*.

Par exemple, si l'on réunit par un fil les deux pôles d'une machine de Holtz, le plateau tournant chargé transporte d'un pôle à l'autre par convection de l'électricité, qui revient au premier pôle par conduction à travers le fil.

Mais des courants de cette espèce sont très difficiles à réaliser avec une intensité appréciable. Avec les moyens dont disposait Ampère, on peut dire que c'était impossible.

En résumé, Ampère pouvait concevoir l'existence de deux espèces de courants ouverts, mais il ne pouvait opérer ni sur les uns ni sur les autres, parce qu'ils étaient trop peu intenses ou parce qu'ils duraient trop peu de temps.

L'expérience ne pouvait donc lui montrer que l'action d'un courant fermé sur un courant fermé, ou à, la rigueur, l'action d'un courant fermé sur une portion de courant, parce qu'on peut faire parcourir à un courant un circuit *fermé* composé d'une partie mobile et d'une partie fixe. On peut alors étudier les déplacements de la partie mobile sous l'action d'un autre courant fermé.

En revanche, Ampère n'avait aucun moyen d'étudier l'action d'un courant ouvert, soit sur un courant fermé, soit sur un autre courant ouvert.

1. *Cas des courants fermés.* — Dans le cas de l'action mutuelle de deux courants fermés, l'expérience révéla à Ampère des lois remarquablement simples.

Je rappelle rapidement ici celles qui nous seront utiles dans la suite:

1° *Si l'intensité des courants est maintenue constante*, et si les deux circuits, après avoir subi des déplacements et des déformations quelconques, reviennent finalement à leurs positions initiales, le travail total des actions électrodynamiques sera nul.

En d'autres termes, il y a un *potentiel électro-*

¹ Voyez à ce sujet la *Revue* du 13 novembre 1901, t. XII, p. 981.

dynamique des deux circuits proportionnel au produit des intensités et dépendant de la forme et de la position relative des circuits; le travail des actions électrodynamiques est égal à la variation de ce potentiel;

2° L'action d'un solénoïde fermé est nulle;

3° L'action d'un circuit C sur un autre circuit voltaïque C' ne dépend que du « champ magnétique » développé par ce circuit C. En chaque point de l'espace, on peut, en effet, définir en grandeur et direction une certaine force appelée *force magnétique* et qui jouit des propriétés suivantes :

a) La force exercée par C sur un pôle magnétique est appliquée à ce pôle; elle est égale à la force magnétique multipliée par la masse magnétique du pôle;

b) Une aiguille aimantée très courte tend à prendre la direction de la force magnétique, et le couple qui tend à l'y ramener est proportionnel au produit de la force magnétique, du moment magnétique de l'aiguille et du sinus de l'angle d'écart;

c) Si le circuit C' se déplace, le travail de l'action électrodynamique exercée par C sur C' sera égal à l'accroissement du « flux de force magnétique » qui traverse ce circuit.

2. *Action d'un courant fermé sur une portion de courant.* — Supposons que le circuit C' se compose de deux parties, l'une fixe, l'autre mobile; sur la figure 1, la partie fixe sera représentée, par exemple,

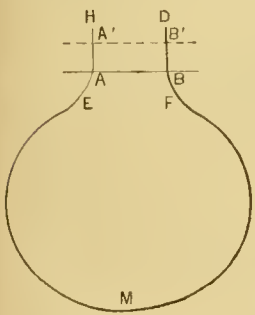


Fig. 1.

par la ligne DBFMEAH, tandis que la partie mobile AB se déplacera de façon que ses deux extrémités A et B glissent en s'appuyant sur les deux fils EAH et FBD.

Si un semblable circuit est soumis à l'action d'un courant fermé C, la partie mobile se déplacera comme si elle subissait l'action d'une force. Ampère *admet* que la force

apparente à laquelle cette partie mobile AB semble ainsi soumise, représentant l'action de C sur la portion AB du courant, est la même que si AB était parcouru par un courant ouvert qui s'arrêterait en A et en B, au lieu de l'être par un courant fermé qui, après être arrivé en B, revient en A par le chemin BFMEA à travers la partie fixe du circuit.

Cette hypothèse peut sembler assez naturelle; néanmoins, *elle ne s'impose pas*, puisque nous verrons plus tard que Helmholtz l'a rejetée. Quoi qu'il en soit, elle permet à Ampère, bien qu'il n'ait

pu jamais réaliser un courant ouvert, d'énoncer les lois de l'action d'un courant fermé sur un courant ouvert, ou même sur un élément de courant.

Les lois restent simples :

1° La force qui agit sur un élément de courant est appliquée à cet élément; elle est normale à l'élément et à la force magnétique et proportionnelle à la composante de cette force magnétique qui est normale à l'élément;

2° L'action d'un solénoïde fermé sur un élément de courant reste nulle.

Mais il n'y a plus de potentiel électrodynamique, c'est-à-dire que, quand un courant fermé et un courant ouvert, dont les intensités ont été maintenues constantes, reviennent à leurs positions initiales, le travail total n'est pas nul.

3. *Rotations continues.* — Parmi les expériences électrodynamiques, les plus curieuses sont celles où l'on a pu réaliser des rotations continues et qu'on appelle quelquefois expériences d'*induction unipolaire*. Un aimant peut tourner autour de son axe; un courant parcourt d'abord un fil fixe, entre dans l'aimant par le pôle N par exemple, parcourt la moitié de l'aimant, en sort par un contact glissant et rentre dans le fil fixe.

L'aimant entre alors en rotation continue sans pouvoir jamais atteindre une position d'équilibre. C'est l'expérience de Faraday.

Comment cela est-il possible? Si l'on avait affaire à deux circuits de forme invariable, l'un fixe C; l'autre C' mobile autour d'un axe, ce dernier ne pourrait jamais prendre de rotation continue; en effet, il existe un potentiel électrodynamique; il y aura donc forcément une position d'équilibre, ce sera celle où ce potentiel sera maximum.

Les rotations continues ne sont donc possibles que si le circuit C' se compose de deux parties: l'une fixe, l'autre mobile autour d'un axe, comme cela a lieu dans l'expérience de Faraday. Encore convient-il de faire une distinction. Le passage de la partie fixe à la partie mobile ou inversement peut se faire, soit par un contact simple (le même point de la partie mobile restant constamment en contact avec le même point de la partie fixe), soit par un contact glissant (le même point de la partie mobile venant successivement en contact avec divers points de la partie fixe).

C'est seulement dans le second cas qu'il peut y avoir rotation continue. Voici ce qui arrive alors: le système tend bien à prendre une position d'équilibre; mais, quand elle va être atteinte, le contact glissant met la partie mobile en communication avec un nouveau point de la partie fixe; elle change les connexions, elle change donc les conditions d'équilibre, de sorte que, la position d'é-

quilibre fuyant, pour ainsi dire, devant le système qui cherche à l'atteindre, la rotation peut se poursuivre indéfiniment.

Ampère admet que l'action du circuit sur la partie mobile de C' est la même que si la partie fixe de C' n'existait pas et si, par conséquent, le courant qui circule dans la partie mobile était ouvert.

Il conclut donc que l'action d'un courant fermé sur un courant ouvert, ou inversement celle d'un courant ouvert sur un courant fermé, peut donner lieu à une rotation continue.

Mais cette conclusion dépend de l'hypothèse que je viens d'énoncer et qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, n'est pas admise par Helmholtz.

On peut se rendre compte d'une autre manière des rotations continues qui doivent se produire dans la théorie d'Ampère.

Envisageons l'action mutuelle d'un aimant rectiligne et d'un élément de courant E . Cette force mutuelle sera appliquée à l'élément E et non pas sur l'axe de l'aimant; son moment par rapport à cet axe ne sera donc pas nul. Si, en particulier, l'aimant est indéfini dans un sens, de telle façon que, l'un des pôles étant très éloigné, l'action de l'aimant se réduise à celle de l'autre pôle, nous pourrions dire que la force mutuelle qui s'exerce entre un pôle magnétique et un élément de courant n'est pas appliquée au pôle, mais à l'élément.

Si, au lieu d'un élément isolé, nous avons affaire à un courant fermé, l'action du courant fermé serait la résultante des actions de ses divers éléments. Chacune des composantes serait appliquée à l'élément correspondant, mais la résultante serait appliquée au pôle, de sorte que son moment par rapport à l'axe de l'aimant serait nul.

4. *Action mutuelle de deux courants ouverts.* — En ce qui concerne l'action mutuelle de deux courants ouverts et, en particulier, celle de deux éléments de courant, toute expérience fait défaut. Ampère a recours à l'hypothèse. Il suppose : 1° que l'action mutuelle de deux éléments se réduit à une force dirigée suivant la droite qui les joint; 2° que l'action de deux courants fermés est la résultante des actions mutuelles de leurs divers éléments, lesquelles sont, d'ailleurs, les mêmes que si ces éléments étaient isolés.

Ce qui est remarquable, c'est qu'Ampère fait ces deux hypothèses sans s'en apercevoir, puisque, par une singulière illusion, il intitule son immortel ouvrage : *Théorie des phénomènes électrodynamiques, uniquement fondée sur l'expérience.*

Quoi qu'il en soit, ces deux hypothèses, jointes aux expériences sur les courants fermés, suffisent pour déterminer complètement la loi de l'action mutuelle de deux éléments.

Mais alors, la plupart des lois simples que nous avons rencontrées dans le cas des courants fermés ne sont plus vraies.

D'abord, il n'y a pas de potentiel électrodynamique; il n'y en avait d'ailleurs pas non plus, comme nous l'avons vu, dans le cas d'un courant fermé agissant sur un courant ouvert.

Ensuite, il n'y a plus, à proprement parler, de force magnétique.

Et, en effet, nous avons donné plus haut de cette force trois définitions différentes :

1° Par l'action subie par un pôle magnétique;

2° Par le couple directeur qui oriente l'aiguille aimantée;

3° Par l'action subie par un élément de courant.

Or, dans le cas qui nous occupe maintenant, non seulement ces trois définitions ne concordent plus, mais chacune d'elles est dépourvue de sens, et en effet :

1° Un pôle magnétique n'est plus simplement soumis à une force unique appliquée à ce pôle. Nous avons vu, en effet, que la force due à l'action d'un élément de courant sur un pôle n'est pas appliquée au pôle, mais à l'élément; elle peut, d'ailleurs, être remplacée par une force appliquée au pôle et par un couple;

2° Le couple qui agit sur l'aiguille aimantée n'est plus un simple couple directeur; car son moment par rapport à l'axe de l'aiguille n'est pas nul. Il se décompose en un couple directeur proprement dit et un couple supplémentaire qui tend à produire la rotation continue dont j'ai parlé plus haut;

3° Enfin, la force subie par un élément de courant n'est pas normale à cet élément.

En d'autres termes, *l'unité de la force magnétique a disparu.*

Voici en quoi consiste cette unité. Deux systèmes qui exercent la même action sur un pôle magnétique, exerceront aussi la même action sur une aiguille aimantée infiniment petite, ou sur un élément de courant, placés au même point de l'espace où était ce pôle.

Eh bien, cela est vrai si ces deux systèmes ne contiennent que des courants fermés; cela ne serait plus vrai, d'après Ampère, si ces systèmes contenaient des courants ouverts.

Il suffit de remarquer, par exemple, que, si un pôle magnétique est placé en A et un élément en B , la direction de l'élément étant sur le prolongement de la droite AB , cet élément, qui n'exercera aucune action sur ce pôle, en exercera une, au contraire, soit sur une aiguille aimantée placée au point A , soit sur un élément de courant placé au point A .

5. *Induction.* — On sait que la découverte de

l'induction électrodynamique ne tarda pas à suivre les immortels travaux d'Ampère.

Tant qu'il ne s'agit que de courants fermés, il n'y a aucune difficulté, et Helmholtz a même remarqué que le principe de la conservation de l'énergie pouvait suffire pour déduire les lois de l'induction des lois électrodynamiques d'Ampère.

Le même principe permet encore cette déduction dans le cas des courants ouverts, quoique, bien entendu, on ne puisse soumettre le résultat au contrôle de l'expérience, puisque l'on ne peut réaliser de pareils courants.

Si l'on veut appliquer ce mode d'analyse à la théorie d'Ampère sur les courants ouverts, on arrive à des résultats bien faits pour nous surprendre.

D'abord, l'induction ne peut se déduire de la variation du champ magnétique d'après la formule bien connue des savants et des praticiens, et en effet, comme nous l'avons dit, il n'y a plus à proprement parler de champ magnétique.

Mais il y a plus. Si un circuit C est soumis à l'induction d'un système voltaïque variable S; si ce système S se déplace et se déforme d'une manière quelconque, que l'intensité des courants de ce système varie suivant une loi quelconque, mais qu'après ces variations, le système revienne finalement à sa situation initiale, il semble naturel de supposer que la force électromotrice *moyenne* induite dans le circuit C est nulle.

Cela est vrai si le circuit C est fermé et si le système S ne renferme que des courants fermés. Cela ne serait plus vrai, si l'on accepte la théorie d'Ampère, dès qu'il y aurait des courants ouverts. De sorte que, non seulement l'induction ne sera plus la variation du flux de force magnétique dans aucun des sens habituels de ce mot, mais elle ne pourra pas être représentée par la variation de quoi que ce soit.

II. — THÉORIE DE HELMHOLTZ.

J'ai insisté sur les conséquences de la théorie d'Ampère et de sa façon de comprendre l'action des courants ouverts.

Il est difficile de méconnaître le caractère paradoxal et artificiel des propositions auxquelles on est ainsi conduit: on est amené à penser que « ça ne doit pas être ça ».

On conçoit donc que Helmholtz ait été amené à chercher autre chose.

Helmholtz rejette l'hypothèse fondamentale d'Ampère, à savoir que l'action mutuelle de deux éléments de courant se ramène à une force dirigée suivant la droite qui les joint.

Il admet qu'un élément de courant n'est pas soumis à une force unique, mais à une force et à un

couple. C'est même ce qui a donné lieu à la polémique célèbre de Bertrand et d'Helmholtz.

Helmholtz remplace l'hypothèse d'Ampère par la suivante: deux éléments de courant admettent toujours un potentiel électrodynamique, dépendant uniquement de leur position et de leur orientation, et le travail des forces qu'ils exercent l'un sur l'autre est égal à la variation de ce potentiel.

Dans le cas des courants fermés, seul accessible à l'expérience, les deux théories concordent: dans tous les autres cas, elles diffèrent.

D'abord, contrairement à ce que supposait Ampère, la force à laquelle semble soumise la portion mobile d'un courant fermé n'est pas la même que cette portion mobile subirait si elle était isolée et constituait un courant ouvert.

Revenons à la figure 1; dans la seule expérience réalisable, la portion mobile AB n'est pas isolée, mais fait partie d'un circuit fermé ABFMEA. Quand elle vient en A'B', le potentiel électrodynamique total varie pour deux raisons: 1° il subit un premier accroissement parce que le potentiel de A'B' par rapport au circuit C n'est pas le même que celui de AB; 2° il subit un second accroissement, parce qu'il faut l'augmenter des potentiels des éléments AA' et B'B par rapport à C.

C'est ce *double* accroissement qui représente le travail de la force à laquelle la portion AB semble soumise.

Si, au contraire, AB était isolée, le potentiel ne subirait que le premier accroissement, et c'est ce premier accroissement seulement qui mesurerait le travail de la force qui agit sur AB.

En second lieu, il ne peut pas y avoir de rotation continue sans contact glissant; et, en effet, c'est là, comme nous l'avons vu à propos des courants fermés, une conséquence immédiate de l'existence d'un potentiel électrodynamique.

Dans l'expérience de Faraday, si l'aimant est fixe et si la partie du courant extérieure à l'aimant parcourt un fil mobile, cette partie mobile pourra subir une rotation continue. Mais cela ne veut pas dire que si, l'on supprimait les contacts du fil avec l'aimant et qu'on fit parcourir le fil par un courant *ouvert*, le fil prendrait encore un mouvement de rotation continue.

Je viens de dire, en effet, qu'un élément *isolé* ne subit pas la même action qu'un élément mobile faisant partie d'un circuit fermé.

Autre différence: L'action d'un solénoïde fermé sur un courant fermé est nulle d'après l'expérience et d'après les deux théories; son action sur un courant ouvert serait nulle d'après Ampère; elle ne serait pas nulle d'après Helmholtz.

D'où une conséquence importante. Nous avons donné plus haut trois définitions de la force magné-

tique; la troisième n'a ici aucun sens puisqu'un élément de courant n'est plus soumis à une force unique. La première n'en a pas non plus. Qu'est-ce, en effet, qu'un pôle magnétique? C'est l'extrémité d'un aimant linéaire indéfini. Cet aimant peut être remplacé par un solénoïde indéfini. Pour que la définition de la force magnétique eût un sens, il faudrait que l'action exercée par un courant ouvert sur un solénoïde indéfini ne dépendit que de la position de l'extrémité de ce solénoïde, c'est-à-dire que l'action sur un solénoïde fermé fût nulle. Or, nous venons de voir que ce n'était pas vrai.

En revanche, rien n'empêche d'adopter la deuxième définition, celle qui est fondée sur la mesure du couple directeur qui tend à orienter une aiguille aimantée.

Mais, si on l'adopte, ni les effets d'induction ni les effets électrodynamiques ne dépendront uniquement de la distribution des lignes de force de ce champ magnétique.

III. — DIFFICULTÉS SOULEVÉES PAR CES THÉORIES.

La théorie de Helmholtz est un progrès sur celle d'Ampère; il s'en faut cependant que toutes les difficultés soient aplanies. Dans l'une comme dans l'autre, le mot de champ magnétique n'a pas de sens, ou, si on lui en donne un par une convention plus ou moins artificielle, les lois ordinaires, si familières à tous les électriciens, ne s'appliquent plus; c'est ainsi que la force électromotrice induite dans un fil n'est plus mesurée par le nombre des lignes de force rencontrées par ce fil.

Et nos répugnances ne proviennent pas seulement de ce qu'il est difficile de renoncer à des habitudes invétérées de langage et de pensée. Il y a quelque chose de plus. Si nous ne croyons pas aux actions à distance, il faut expliquer les phénomènes électrodynamiques par une modification du milieu. C'est précisément cette modification que l'on appelle champ magnétique, et alors les effets électrodynamiques ne devraient dépendre que de ce champ.

Toutes ces difficultés proviennent de l'hypothèse des courants ouverts.

On peut même présenter l'objection sous une autre forme: Peut-il exister des courants ouverts? Cela dépend de la définition que l'on donne du courant. Si par courant on entend seulement courant de conduction, il est clair qu'il existe des courants ouverts; nous en avons cité des exemples. Mais si l'on appelle courant *ce qui agit sur le galvanomètre*, tous les courants sont fermés par définition.

Et, en effet, si l'on décrit un petit contour entourant le fil parcouru par le courant, celui-ci sera

égal *par définition* à la force magnétique mesurée par la déviation de l'aiguille aimantée, ou plutôt à la valeur moyenne de cette force le long de ce contour.

Donc, si l'on a une aire quelconque, la somme algébrique des intensités des courants qui traversent cette aire sera proportionnelle au travail de la force magnétique le long du contour qui limite cette aire. Ce sera là la définition même du courant.

Imaginons alors qu'il existe un courant ouvert AMB (fig. 2), et soit B une de ses extrémités. Soit CPDQ un volume quelconque en forme de lentille, contenant B à son intérieur. Sur la figure, j'aurai en CPD la section d'une des faces de la lentille et en CQD la section de l'autre face.

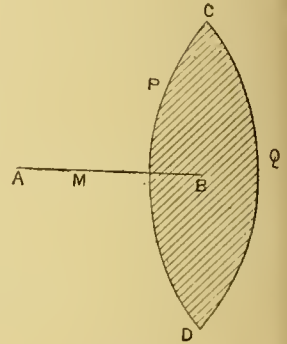


Fig. 2.

La courbe qui sert de contour commun à ces deux faces coupe le plan de la figure en C et en D.

Alors, le travail de la force magnétique le long de cette courbe CD sera proportionnel à la somme des courants qui traversent la face CPD limitée par cette courbe. Il ne sera donc pas nul, puisque cette face est traversée par le courant AMB. D'autre part, ce travail sera proportionnel à la somme des courants qui traversent la face CQD limitée également par cette courbe. Il sera donc nul, puisque cette face n'est traversée par aucun courant.

Il y a donc contradiction, et, si l'on définit le courant par le galvanomètre, il ne peut y avoir de courant ouvert, et il ne s'agit pas de savoir si le courant se ferme, mais *comment il se ferme*. On peut appliquer cela en particulier à la théorie de Helmholtz, et on voit alors que cette théorie revient en somme à admettre que les courants de conduction ouverts sont fermés par certains courants auxiliaires dont l'expression est assez simple, et qui ne sont pas sans analogie avec les courants de déplacement de Maxwell.

IV. — THÉORIE DE MAXWELL.

Telles étaient les difficultés soulevées par les théories régnantes quand parut Maxwell, qui, d'un trait de plume, les fit toutes disparaître. Dans ses idées, en effet, il n'y a plus que des courants fermés.

Maxwell admet que, si, dans un diélectrique, le champ électrique vient à varier, ce diélectrique devient le siège d'un phénomène particulier agis-

sant sur le galvanomètre comme un courant et qu'il appelle *courant de déplacement*.

Si alors deux conducteurs portant des charges contraires sont mis en communication par un fil, il règne dans ce fil pendant la décharge un courant de conduction ouvert; mais il se produit en même temps, dans le diélectrique ambiant, des courants de déplacement qui ferment ce courant de conduction.

On sait que la théorie de Maxwell conduit à l'explication des phénomènes optiques, qui seraient dus à des oscillations électriques extrêmement rapides.

Au bout de vingt ans, les idées de Maxwell reçurent la confirmation de l'expérience. Hertz parvint à produire des systèmes d'oscillations électriques qui reproduisent toutes les propriétés de la lumière et n'en diffèrent que par la longueur d'onde, c'est-à-dire comme le violet diffère du rouge. Il fit en quelque sorte la synthèse de la lumière.

On pourrait dire que Hertz n'a pas démontré directement l'idée fondamentale de Maxwell, l'action du courant de déplacement sur le galvanomètre. C'est vrai dans un sens, et ce qu'il a montré directement, en somme, c'est que l'induction électromagnétique ne se propage pas instantanément comme on le croyait, mais avec la vitesse de la lumière.

Seulement, supposer qu'il n'y a pas de courant de déplacement et que l'induction se propage avec la vitesse de la lumière; ou bien, supposer que les courants de déplacement produisent des effets d'induction et que l'induction se propage instantanément, *cela est la même chose*.

C'est ce qu'on ne voit pas au premier abord, mais ce que l'on démontre par une analyse que je ne puis même songer à résumer ici.

V. — EXPÉRIENCES DE ROWLAND.

Mais, je l'ai dit plus haut, il y a deux sortes de courants de conduction ouverts: Il y a d'abord les courants de décharge d'un condensateur ou d'un conducteur quelconque.

Il y a aussi les cas où des charges électriques décrivent un contour fermé, en se déplaçant par conduction dans une partie du circuit et par convection dans l'autre partie.

Pour les courants ouverts de la première sorte, la question pouvait être regardée comme résolue: ils étaient fermés par les courants de déplacement.

Pour les courants ouverts de la deuxième sorte, la solution paraissait encore plus simple; si le courant était fermé, ce ne pouvait être, semblait-il, que par le courant de convection lui-même. Pour

cela, il suffisait d'admettre qu'un « courant de convection », c'est-à-dire un conducteur chargé en mouvement, pouvait agir sur le galvanomètre.

Mais la confirmation expérimentale manquait. Il paraissait difficile, en effet, d'obtenir une intensité suffisante, même en augmentant autant que possible la charge et la vitesse des conducteurs.

Ce fut Rowland, un expérimentateur extrêmement habile, qui le premier triompha ou parut triompher de ces difficultés. Un disque recevait une forte charge électrostatique et une très grande vitesse de rotation. Un système magnétique astatique, placé à côté du disque, subissait des déviations.

L'expérience fut faite deux fois par Rowland: une fois à Berlin, une fois à Baltimore; elle fut ensuite reprise par Himstedt. Ces physiciens eurent même pouvoir annoncer qu'ils avaient pu effectuer des mesures quantitatives.

En fait, depuis une vingtaine d'années, la loi de Rowland était admise sans contestation par tous les physiciens.

Tout, d'ailleurs, paraissait la confirmer. L'étincelle produit certainement un effet magnétique; or, ne semble-t-il pas vraisemblable que la décharge par étincelle est due à des particules arrachées à l'une des électrodes et transportées sur l'autre électrode avec leur charge? Le spectre même de l'étincelle, où l'on reconnaît, les raies du métal de l'électrode n'en est-il pas une preuve? L'étincelle serait alors un véritable courant de convection.

D'un autre côté, on admet aussi que, dans un électrolyte, l'électricité est convoyée par les ions en mouvement. Le courant dans un électrolyte serait donc aussi un courant de convection; or, il agit sur l'aiguille aimantée.

De même pour les rayons cathodiques; Crookes attribuait ces rayons à l'effet d'une matière très subtile, chargée d'électricité négative, et animée d'une très grande vitesse; il les regardait, en d'autres termes, comme des courants de convection. Or, ces rayons cathodiques sont déviés par l'aimant. En vertu du principe de l'action et de la réaction, ils doivent à leur tour dévier l'aiguille aimantée.

Il est vrai que Hertz crut avoir démontré que les rayons cathodiques ne convoient pas d'électricité négative et qu'ils n'agissent pas sur l'aiguille aimantée. Mais Hertz se trompait; d'abord Perrin a pu recueillir l'électricité transportée par ces rayons et dont Hertz niait l'existence; le savant allemand paraît avoir été trompé par des effets dus à l'action des rayons X, qui n'étaient pas encore découverts. Ensuite, et tout récemment, on a mis en évidence l'action des rayons cathodiques sur l'aiguille aimantée.

Ainsi, tous ces phénomènes regardés comme des courants de convection, étincelles, courants élec-

trolytiques, rayons cathodiques, agissent de la même manière sur le galvanomètre et conformément à la loi de Rowland.

VI. — THÉORIE DE LORENTZ.

On ne tarda pas à aller plus loin. D'après la théorie de Lorentz, les courants de convection eux-mêmes seraient de véritables courants de convection : l'électricité resterait indissolublement attachée à certaines particules matérielles appelées *électrons* ; ce serait la circulation de ces électrons à travers les corps qui produirait les courants voltaïques, et ce qui distinguerait les conducteurs des isolants, c'est que les uns se laisseraient traverser par ces électrons, tandis que les autres arrêteraient leurs mouvements.

La théorie de Lorentz est très séduisante, elle donne une explication très simple de certains phénomènes dont les anciennes théories, même celle de Maxwell sous sa forme primitive, ne pouvaient rendre compte d'une façon satisfaisante, par exemple, l'aberration de la lumière, l'entraînement partiel des ondes lumineuses, la polarisation magnétique, l'expérience de Zeeman.

Quelques objections subsistaient encore. Les phénomènes dont un système est le siège semblaient devoir dépendre de la vitesse absolue de translation du centre de gravité de ce système, ce qui est contraire à l'idée que nous nous faisons de la relativité de l'espace. A la soutenance de M. Crémieu, M. Lippmann a mis cette objection sous une forme saisissante. Supposons deux conducteurs chargés, animés d'une même vitesse de translation. Ils sont en repos relatif ; cependant, chacun d'eux équivalant à un courant de convection, ils doivent s'attirer, et on pourrait, en mesurant cette attraction, mesurer leur vitesse absolue.

Non, répondaient les partisans de Lorentz ; ce que l'on mesurerait ainsi, ce n'est pas leur vitesse absolue, mais leur vitesse relative *par rapport à l'éther*, de sorte que le principe de relativité est sauf.

Quoi qu'il en soit de ces dernières objections, l'édifice de l'Électrodynamique semblait, au moins dans ses grandes lignes, définitivement construit ; tout se présentait sous l'aspect le plus satisfaisant ; les théories d'Ampère et de Helmholtz, faites pour les courants ouverts qui n'existaient plus, ne semblaient plus avoir qu'un intérêt purement historique, et on avait à peu près oublié les complications inextricables auxquelles ces théories conduisaient.

VII. — PREMIÈRES EXPÉRIENCES DE M. CRÉMIEU.

C'est cette quiétude que les expériences de M. Crémieu sont venues troubler. Ce jeune physicien

débute par une expérience fort intéressante, dont je ne parlerai pas ici parce qu'elle ne se rapporte à notre sujet qu'indirectement et que cet article est déjà trop long, mais qui le mit sur la voie de ses recherches ultérieures en lui inspirant des doutes sur les résultats de Rowland.

Dans les expériences de Rowland, l'appareil astatique magnétique doit être très sensible et placé tout près du disque tournant ; on peut craindre dans ces conditions des perturbations, soit électrostatiques, à cause des fortes charges que porte ce disque, soit mécaniques, à cause des courants d'air dus à sa rotation rapide.

D'un autre côté, si un courant de convection produit un champ magnétique, il doit produire également des effets d'induction ; et, au lieu d'observer la déviation d'une aiguille astatique, on peut observer les courants induits par un courant de convection variable dans un circuit voisin.

Pour mesurer ces courants induits, il faudra naturellement encore une aiguille astatique ; mais on pourra l'éloigner autant qu'on voudra du disque tournant et, par conséquent, des causes perturbatrices.

Dans ces conditions, les résultats obtenus furent négatifs.

Le dispositif, toutefois, différait beaucoup de celui de Rowland, et, avant d'aller plus loin, il importait de reprendre les expériences du savant américain dans des conditions identiques ou aussi peu différentes que possible. Les résultats restèrent négatifs *en général*, mais il faut reconnaître qu'ils furent beaucoup plus capricieux. Dans certaines séries, on constata des déviations de l'appareil astatique. Ces déviations purent souvent être attribuées avec certitude à une cause perturbatrice déterminée ; d'autres fois, elles restèrent sans explication satisfaisante.

Si l'on considère toutefois que les résultats ont été constamment négatifs dans de nombreuses séries où le disque tournant était à découvert (au moins dans la partie voisine de l'aiguille aimantée), pourvu que cette aiguille fût mise à l'abri des perturbations électrostatiques par un tube de cuivre formant écran ; que, dans d'autres circonstances où l'on avait observé une déviation de la plaque de mica portant les aiguilles aimantées, *cette déviation subsistait encore quand les aiguilles aimantées étaient enlevées*, ce qui prouvait bien son origine électrostatique, on sera frappé de l'importance de ces perturbations électrostatiques et on sera porté à accorder plus de confiance à la première forme de l'expérience où ces perturbations sont complètement écartées.

Remarquons pourtant que Rowland avait eu soin d'enfermer son aiguille aimantée dans un tube

métallique formant écran et que les résultats avaient été positifs.

Les expériences de Crémieu peuvent sembler convaincantes à ceux qui les ont vues; mais on ne peut oublier pourtant que Rowland était un expérimentateur tout aussi habile, qu'il a montré ses résultats à plusieurs savants éminents et que ces savants ont été également convaincus.

Dans ces conditions, on hésite à se prononcer et on en vient à désirer qu'une sorte de tiers arbitre tranche définitivement la question. Quelques personnes avaient commencé des recherches en Angleterre, mais elles ne paraissent pas les avoir poussées jusqu'au bout.

De son côté, Rowland s'était remis au travail et voulait reprendre les expériences de Crémieu et les siennes. C'est alors malheureusement que la mort est venue le surprendre. Certes, à n'importe quel moment la mort d'un physicien aussi éminent aurait été une perte cruelle pour la Science, mais elle est pour nous aujourd'hui doublement fâcheuse. Qui pouvait mieux que lui découvrir la cause des divergences entre les résultats du savant français et les siens? Celui qui voudra les chercher maintenant, eût-il même l'habileté de Rowland, ne pourra connaître aussi bien que lui les détails de son appareil et la façon dont il a opéré autrefois.

VIII. — CRITIQUES DIVERSES.

Les critiques de Crémieu ont généralement suivi une autre voie; ils n'ont pas contesté les résultats expérimentaux; ils ont cherché plutôt à montrer qu'on aurait pu les prévoir; que, loin d'être contraires à la loi de Rowland, ils en étaient une confirmation indirecte.

La plupart de ces critiques se sont trop pressés; la thèse de M. Crémieu vient seulement de paraître, et jusque-là on ne connaissait que quelques Notes succinctes insérées aux *Comptes Rendus*; il en résulte que beaucoup des observations qu'on avait cru pouvoir faire, ou bien ne se rapportaient pas exactement aux expériences qui avaient été réellement faites, ou bien étaient réfutées d'avance par d'autres formes de ces mêmes expériences.

Quelques-unes de ces objections ont cependant plus de portée; je ne puis les discuter ici en détail, mais je voudrais, au moins, en indiquer l'esprit et faire voir d'une façon générale ce qu'on peut en tirer.

On sait que Faraday a substitué le premier aux anciennes idées classiques sur l'électricité une façon entièrement différente d'envisager les choses. Pour lui, la réalité véritable, ce n'est plus un fluide électrique circulant dans des conducteurs, mais une certaine modification du diélectrique qui

cesse d'être purement inerte et devient le siège du phénomène principal. Ce qui joue le premier rôle, c'est donc le « champ électrique », le « champ magnétique » et la distribution des « lignes de force ».

Ces conceptions, considérées d'abord comme paradoxales, sont aujourd'hui familières à tout le monde, aux praticiens comme aux théoriciens. C'est de Faraday que Maxwell procède directement; les théories qui sont sorties de celle de Maxwell, par exemple celles de Hertz et de Lorentz, dérivent donc des idées de Faraday. Mais cela ne veut pas dire qu'il y a identité entre la pensée de Faraday et celle de Lorentz.

La théorie de Lorentz est sortie de celle de Faraday, mais beaucoup d'autres en auraient pu sortir. La pensée de Faraday n'était qu'une forme encore vague et indéterminée, une sorte de pâte molle, qui pouvait se préciser de bien des manières. C'est justement ce qui en a fait la fécondité.

En ce qui concerne la question de la convection qui nous occupe maintenant, les partisans de Faraday n'admettront pas qu'on identifie à un courant voltaïque un conducteur chargé en mouvement; cela serait croire que l'électricité est quelque chose: cela serait, à leurs yeux, un matérialisme grossier. Mais ils diront qu'un champ magnétique doit se produire si les lignes de force électrique sont en mouvement.

Les lignes de force, pour eux, ne sont pas, en effet, de simples entités mathématiques; ce sont des objets réels, et c'est pourquoi ils croient s'entendre eux-mêmes quand ils disent que ces objets sont en repos ou en mouvement, de même que les anciens électriciens croyaient s'entendre eux-mêmes quand ils parlaient du mouvement de l'électricité, qui pour eux était une chose.

Mais cela ne suffit pas; pour que cette considération puisse servir à quelque chose, il faut savoir reconnaître si ces lignes sont en mouvement. Elles peuvent se mouvoir, soit; mais comment saurons-nous si elles se meuvent?

Le problème s'est posé d'abord à propos des lignes de force magnétique, et a donné lieu à de longues polémiques. Les lignes de force émanées d'un aimant qui tourne, tournent-elles avec cet aimant ou restent-elles immobiles? Selon la réponse à cette question, il semblait, à en croire beaucoup d'auteurs, que certains phénomènes, et en particulier ceux de « l'induction unipolaire », devaient être très différents. J'ai montré ailleurs qu'il n'en était rien et que la question n'a pas de sens.

En ce qui concerne les lignes de force électrique, au contraire, la question ne peut être éludée et, suivant la solution qu'on lui donnera, on arrivera

à des conséquences absolument différentes. Un courant voltaïque circule dans un fil. Admettons-nous que les lignes de force qui aboutissent à ce fil se déplacent de façon que leurs extrémités se meuvent le long de ce fil, dans le sens du courant; ou même devons-nous admettre deux systèmes de lignes de force, les unes positives, les autres négatives et se déplaçant en sens contraire? Il le faut bien, si nous voulons rendre compte des effets magnétiques du courant voltaïque, et si nous croyons qu'un champ magnétique ne peut être dû qu'au mouvement des lignes de force électrique.

Supposons maintenant un disque chargé tournant; entraînera-t-il les lignes de force dans sa rotation, ou resteront-elles immobiles? Aucune de ces deux hypothèses ne peut être regardée comme en contradiction avec les idées de Faraday; et cependant, dans un cas, la loi de Rowland est vraie; dans l'autre, elle est fautive.

Ce qui est gênant, c'est que chacune de ces interprétations contradictoires peut, à son tour, apparaître comme la seule naturelle, suivant le point de vue où on se place.

Faraday, Maxwell lui-même avaient beaucoup laissé dans le vague. Leurs successeurs ont cherché à préciser; quelques-uns croyaient y être parvenus, et deux théories complètes s'étaient édifiées, celle de Hertz et celle de Lorentz.

Chacune de ces deux théories prétendait prévoir ce qui se passerait dans un cas quelconque. Elle nous prédisait, en particulier, et sans ambiguïté, ce que devaient donner les différentes expériences de Crémieu; or, ce n'est pas ce qu'elles ont donné. Donc, ou bien Crémieu s'est trompé, ce que des expériences nouvelles pourront seules nous apprendre, ou bien la théorie de Lorentz, comme celle de Hertz sont fausses.

Mais, répond-on, laissons Hertz et Lorentz de côté, et revenons à Faraday. Le résultat de Crémieu est ce que la doctrine de Faraday nous permettait de prévoir. Cela, c'est possible, car cette doctrine est plastique et peut prendre bien des formes, mais à ce compte elle permettait également de prévoir le résultat contraire.

Il y aurait sans doute beaucoup à tirer des écrits dont je parle. Mais à une condition: il aurait fallu que l'auteur commençât par distinguer entre les différentes interprétations possibles des vues de Faraday, qu'il les définît avec précision, puis qu'il s'attachât à discerner celles que l'expérience de Crémieu confirme et celles qu'elle contredit.

Loïn de là, la plupart du temps, il se borne à constater, avec satisfaction, qu'elles ne sont pas toutes contredites.

Ce qu'il n'a pas fait, il faut donc que le lecteur le fasse pour lui. A ce prix, il pourra tirer du fruit

de sa lecture; il n'en tirera aucun, au contraire, s'il conclut simplement: « Ah! oui, ce que Crémieu a trouvé était facile à prévoir », et s'il croit ainsi que toutes les façons contradictoires de comprendre Faraday sont confirmées en bloc, celles de Hertz et de Lorentz comme les autres.

On comprend aisément la préoccupation qui a guidé ces critiques, dont beaucoup sont Anglais. Évidemment, les publications de Crémieu ont jeté l'alarme parmi les admirateurs de Maxwell; et alors ceux-ci s'efforcent de démontrer que nous ne serons pas réduits à abandonner les conquêtes de Faraday et de Maxwell. Cela, je l'espère bien, mais ce n'est pas de cela qu'il s'agit.

J'ai cru devoir insister sur ces observations, parce qu'il serait à craindre que ces critiques, mal comprises, ne fissent regarder comme inutiles ces expériences nouvelles qui, selon moi, sont nécessaires.

1. *Influence des écrans.* — D'après ce qui précède, on comprend pourquoi ces polémiques n'ont pas donné tous les fruits qu'on en aurait pu attendre. Je m'arrêterai seulement sur un point.

Dans une des nombreuses séries d'expériences qu'il a exécutées, M. Crémieu, qui continuait à avoir des résultats exclusivement négatifs quand l'appareil était enfermé dans une boîte métallique entièrement close, obtenait, au contraire, des déviations de l'aiguille aimantée quand il supprimait cette boîte.

À la vérité, ces déviations semblaient bien trop faibles pour pouvoir être attribuées à l'effet Rowland. Mais ce qui était remarquable, c'est qu'elles disparaissaient quand on interposait un écran métallique.

Cette série où se sont produits ces effets inexplicables, reste le point faible de l'œuvre de Crémieu. L'explication donnée par M. Crémieu lui-même ne tient pas debout; celles que j'ai proposées moi-même, étincelles, etc., demeurent problématiques.

Quoi qu'il en soit, ces anomalies ont particulièrement attiré l'attention de MM. Poddington et Wilson, qui ont cherché à démontrer:

1° Que l'effet Rowland doit se produire toujours en l'absence d'écran métallique, et ne disparaît que par suite de l'interposition d'un écran;

2° Que si les déviations observées par Crémieu sont plus faibles que les déviations prévues, c'est par suite d'erreurs d'expérience;

3° Enfin que cette disparition de l'effet Rowland par l'interposition d'un écran est un phénomène tout naturel et prévu par la théorie.

En ce qui concerne le premier point, M. Crémieu répond qu'il a fait aussi plusieurs séries d'expé-

riences où le disque chargé tournant était entièrement nu et sans aucune espèce d'écran métallique, et que les résultats ont été nettement négatifs. Telles sont les expériences relatées à la fin de sa thèse et celles dont je parlerai plus loin sous la rubrique : *Réalisation des courants ouverts*.

Mais examinons le troisième point. Pourquoi ces auteurs considèrent-ils la disparition de l'effet Rowland comme un phénomène prévu par la théorie? C'est parce qu'ils supposent qu'il doit se produire dans l'écran un courant de conduction dont l'effet contre-balance exactement celui du courant de convection.

Mais est-ce bien cela que prévoit la théorie?

Pour moi, cette question a un sens précis; par « la théorie », j'entends celle de Hertz ou celle de Lorentz; parce que, si la pensée de Faraday peut revêtir beaucoup d'autres formes, il n'y en a pas jusqu'ici d'autre qu'on ait développée complètement et mise sur ses pieds.

Que prévoit donc la théorie de Hertz? (Car, pour cette question particulière, celle de Lorentz conduirait au même résultat.)

Si nous avons un écran derrière lequel des charges positives se déplaceraient par convection, dans un mouvement rectiligne de translation, il est clair qu'elles induiraient sur l'écran des charges de nom contraire, qui se déplaceraient parallèlement, mais par conduction, de sorte qu'il y aurait compensation entre les deux sortes de courants.

C'est ainsi que raisonnent MM. Poddington et Wilson.

Mais si l'écran est circulaire et si les charges mobiles sont entraînées dans un mouvement de rotation, voici ce qui arrive : les charges induites sur l'écran restent toujours vis-à-vis des charges mobiles et se déplacent avec elles; ce déplacement se fait par conduction; mais ici ces charges induites peuvent aller d'une position à une autre par deux chemins, par le plus court et en faisant le tour de la circonférence. Cela fera deux courants de conduction, l'un direct, l'autre inverse.

Or, le calcul montre qu'il y a compensation entre le courant de conduction direct et le courant de conduction inverse, de sorte que le courant de convection devrait rester seul, bien loin qu'il y ait compensation entre le courant de convection et les courants de conduction.

La théorie ne prévoit donc nullement la disparition de l'effet Rowland par l'interposition d'un écran. Si donc les résultats de Crémieu n'étaient pas contredits par des expériences nouvelles, ils auraient prouvé que la théorie est en défaut quand même ils n'auraient pas démontré la non-existence de l'effet Rowland.

2. *Objection et expérience de M. Pender.* — L'objection de M. Pellat, reprise par M. Pender, est beaucoup plus sérieuse. Dans la plupart des expériences, les secteurs mobiles comme les secteurs fixes étaient recouverts d'une couche de diélectrique (verre, caoutchouc ou ébonite). Si l'air interposé entre ces deux couches diélectriques, l'une fixe, l'autre mobile, n'était pas suffisamment isolant, il pourrait se faire que les surfaces de contact du diélectrique et de l'air prissent par influence des charges contraires à celles des surfaces de contact du diélectrique et du métal. Alors, le disque, en tournant, entraînerait à la fois des charges positives et négatives dont les effets se neutraliseraient.

M. Crémieu dit avoir vérifié qu'il n'en était pas ainsi, mais il a fait cette vérification sur les disques au repos, et M. Pender se demande si cela est encore vrai quand ils sont en mouvement.

Les pages qui précèdent étaient déjà composées quand a paru, dans le numéro d'août du *Philosophical Magazine*, la relation d'une expérience de M. Pender, qui ne s'est pas borné à une critique purement théorique.

Nous avons donc la satisfaction d'apprendre que les expériences dont je signalais la nécessité sont déjà commencées, et mieux encore, que Rowland, avant de mourir, a pu en dresser le plan et assister aux premiers essais.

M. Pender a repris l'expérience de Crémieu sous sa première forme, c'est-à-dire qu'il a étudié les courants induits produits par la variation du champ magnétique dû aux courants de convection.

Seulement, il s'est servi d'un disque tournant analogue à celui qu'avait employé Rowland et non pas à ceux qu'a employés Crémieu. C'est-à-dire que ces disques n'étaient pas enfermés dans une boîte en fonte; que les parties métalliques fixes et mobiles n'étaient pas recouvertes d'une couche de diélectrique et n'étaient séparées que par de l'air.

Il fallait, par conséquent, les éloigner l'une de l'autre, ce qui diminuait la capacité, et par conséquent l'intensité du courant de convection produit.

Dans ces conditions, les résultats ont été positifs, ce qui est contraire aux idées de Crémieu.

Il faut évidemment attendre ce que M. Crémieu répondra, et aussi de nouvelles expériences annoncées par M. Pender.

IX. — LE PROBLÈME DU COURANT OUVERT.

De nouvelles expériences sont encore nécessaires.

M. Pender et M. Crémieu doivent les faire cet hiver, chacun de son côté.

Supposons qu'à la suite de ces expériences les

idées de M. Crémieu viennent à triompher ; sera-ce là une solution définitive ? Non, la difficulté ne fera que commencer. Sur les ruines des anciennes théories, il faudra rebâtir.

Ce que j'ai dit au début fera comprendre aisément la nature de cette difficulté. Va-t-on être obligé de revenir à l'hypothèse des courants ouverts, et dans ce cas ne va-t-on pas se trouver aux prises avec les complications inextricables des théories, abandonnées, d'Ampère et de Helmholtz ?

Dans les expériences où l'on fait simplement tourner un disque chargé, la contradiction n'apparaît pas encore. La répartition des charges demeure invariable, puisque chaque charge électrique, en quittant un point de l'espace, y est immédiatement remplacée par une autre charge égale.

Le champ électrique ne change pas ; le courant de convection se ferme sur lui-même, il n'y a donc pas de courant ouvert.

La difficulté commencerait, au contraire, si nous avions affaire à une petite sphère isolée et chargée, entraînée dans un mouvement de translation ou de rotation, qui serait, par exemple, attachée sur la circonférence d'un disque tournant, isolant et sans charge. Alors, le point de l'espace où était la sphère chargée est occupé un instant après par de la matière isolante dépourvue de charge. La répartition des charges n'est plus invariable et la distribution des lignes de force change à chaque instant. Il y a dans le diélectrique ce que Maxwell appelle un courant de déplacement.

Dans la conception Maxwell-Rowland, le circuit complet, qui est fermé, se compose de courants de déplacement et de courants de convection. Si maintenant nous admettons que les courants de convection sont sans action, il ne nous reste plus que des courants de déplacement *ouverts*.

Malheureusement, il est à peu près impossible d'opérer de la sorte, pour plusieurs raisons, et surtout parce que la capacité d'une pareille sphère serait beaucoup trop petite.

En revanche, on peut chercher à réaliser des circuits fermés, composés de courants de convection et de courants de conduction. Si les courants de convection sont regardés comme sans action, il restera alors un courant de conduction *ouvert*.

C'est la réalisation de ces courants ouverts qui constitue, à proprement parler, le paradoxe.

Et, comme c'est en allant au devant des difficultés qu'on peut espérer des résultats nouveaux, ce sont ces courants ouverts qu'il importait de réaliser. M. Crémieu a donc, sur mon conseil, fait deux tentatives dans ce sens :

1. *Première tentative.* — Dans un premier dispositif, on fait tourner un disque doré, dont la

dorure est interrompue par une série de rainures circulaires ; ces rainures, toutefois, ne règnent pas sur toute la circonférence, de sorte que toutes les parties de la dorure restent en communication entre elles et peuvent être mises au sol.

La figure 3 représente ce disque, les parties dorées étant couvertes de hachures. On voit que sur la plus grande partie du disque, il peut y avoir des courants circulaires, mais pas de courants radiaux.

Vis-à-vis de ce disque tournant, on place un secteur métallique fixe en communication avec une batterie d'accumulateurs. Ce secteur et la dorure du disque tournant vont former les deux

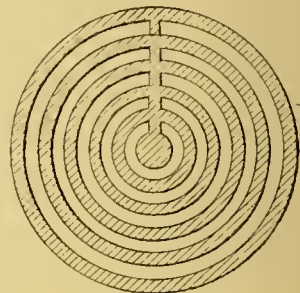


Fig. 3.

armatures d'un condensateur. Le secteur fixe va se charger positivement, par exemple, et le disque mobile se chargera négativement par influence. Seulement, ces charges négatives resteront toujours dans la partie du disque qui est vis-à-vis du secteur fixe ; elles seront donc fixes dans l'espace ; mais, comme le disque qui les porte est en mouvement, elles seront en mouvement relatif par rapport à ce disque.

Les charges positives, étant fixes dans l'espace et fixes par rapport au conducteur qui les porte, ne produiront aucune action magnétique. Qu'arrive-t-il maintenant dans le disque mobile ?

Si les charges négatives étaient invariablement fixées au disque, elles seraient entraînées par le mouvement de ce disque, ce qui constituerait un courant de convection. Ce courant ne serait contrebalancé par rien si le disque était chargé, mais parfaitement isolant ; ou encore s'il était formé d'un très grand nombre de conducteurs très petits et parfaitement isolés les uns des autres. Chacun de ces petits conducteurs conservera sa charge invariable et l'entraînera avec lui ; seulement, quand l'un d'eux ne sera plus vis-à-vis du secteur fixe, sa capacité diminuera, et, puisque sa charge n'a pas changé, son potentiel augmentera. Il se produira donc des différences de potentiel entre les différents petits conducteurs.

Supposons maintenant que l'isolement de ces petits conducteurs ne soit pas parfait ; il se produira entre eux des courants de conduction qui tendront à diminuer la différence des potentiels, en ramenant les charges vis-à-vis du secteur fixe.

Les différences de potentiel qui pourront se maintenir ainsi, seront évidemment d'autant plus

grandes que l'isolement sera meilleur; si nous passons enfin au cas de notre disque doré, la résistance opposée aux courants de conduction sera très faible, de sorte que ces différences seront extrêmement petites et que la distribution s'écartera très peu de la distribution statique.

Les charges négatives sont donc soumises, d'une part, à un courant de convection qui tend à les écarter de leur position normale, vis-à-vis du secteur fixe, et, d'autre part, à des courants de conduction qui les y ramènent sans cesse.

Comment sont distribués ces courants de conduction? Les charges écartées de leur position normale peuvent y revenir par deux chemins, par le plus court, ou en faisant le tour du disque; c'est ce que j'appellerai le courant de conduction direct et le courant inverse.

Comme le premier chemin oppose beaucoup moins de résistance que le second, il est clair que le courant direct sera plus intense que le courant inverse. Si, par exemple, le secteur fixe occupe la sixième partie de la circonférence, le courant direct sera égal aux $\frac{5}{6}$ et le courant inverse au $\frac{1}{6}$ du courant de convection.

Dans les idées de Rowland, que doit-il se passer? Nous aurons le courant de convection dont l'intensité sera par exemple 1, qui sera compensé en partie par le courant de conduction direct dont l'intensité est $\frac{5}{6}$; l'intensité résultante sera $\frac{1}{6}$, nous aurons donc un effet sur l'aiguille aimantée, mais cet effet sera assez faible.

Dans les idées de Crémieu, au contraire, le courant de convection n'agit pas; il semble qu'il doit rester seulement le courant de conduction direct égal à $\frac{5}{6}$ et que l'effet produit doit être cinq fois plus grand que dans les idées anciennes.

Ces courants de conduction vont du bord *aval* (d'après le sens de la rotation) de la portion du disque mobile qui est vis-à-vis du secteur fixe, au bord amont de cette même portion; ce seraient donc des courants ouverts; de sorte qu'on aurait réalisé le courant de conduction ouvert et que Crémieu pouvait avoir l'espoir de vérifier ses vues par une expérience donnant un résultat positif (la déviation devant être cinq fois plus grande que dans l'hypothèse de Rowland), tandis qu'il n'avait eu jusque-là que des résultats négatifs.

A la vérité, cet espoir n'était pas grand; car Rowland avait déjà essayé un dispositif analogue. En fait, il n'y eut pas de déviation du tout, résultat également contraire à l'ancienne et à la nouvelle théorie.

Cela est resté jusqu'ici inexpliqué. Crémieu pense

que les courants qui ramènent les charges à leurs positions normales ne sauraient être assimilés à de véritables courants de conduction, qu'ils ne produisent pas de chaleur de Joule, qu'il ne se produit pas, dans le disque, des différences de potentiel même très faibles; qu'enfin, c'est pour cela que ces courants n'ont pas d'effet magnétique; mais je ne saurais en aucune façon adopter cette manière de voir.

Cette première tentative pour obtenir des courants ouverts avait donc échoué; j'ajouterai cependant que M. Crémieu a, je crois, l'intention de la reprendre en modifiant les dispositions des rainures qui interrompent la dorure du disque.

2. *Réalisation des courants ouverts.* — Ce premier échec ne découragea pas M. Crémieu, qui, sur mon conseil, essaya un dispositif différent.

La figure 4 représente ce dispositif schématique-

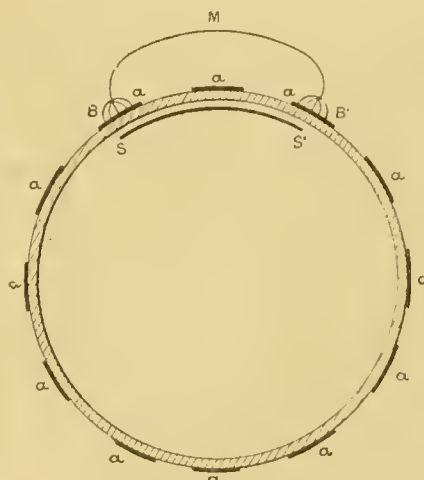


Fig. 4.

ment. Elle est construite comme on le fait habituellement pour les schémas destinés à faire comprendre le fonctionnement des machines de Holtz ou de Wimshurst. Je veux dire que les disques tournants ou fixes sont supposés remplacés par des cylindres que la figure représente par leur section.

La partie essentielle de l'appareil est un plateau d'ébonite tournant; sur la figure, nous supposons ce plateau remplacé par un manchon cylindrique dont la section droite est représentée couverte de hachures. Ce plateau porte d'un côté des secteurs d'étain $\alpha\alpha$, isolés les uns des autres. Un secteur fixe SS' , placé près du disque tournant, est en communication avec une source d'électricité.

Vis-à-vis des deux bords de ce secteur fixe, deux balais B et B' frottent sur les secteurs d'étain α et sur le plateau d'ébonite; ces deux balais sont reliés par un fil $B'MB$.

Le plateau tournant dans le sens de la flèche, le secteur SS' est, par exemple, chargé positivement; le secteur α , sur lequel frotte le balai B, va se charger négativement par influence et sa charge négative lui viendra par le balai B et le fil B'MB. Ce secteur α , entraîné par le mouvement du disque, quittera le balai B et emportera sa charge.

Au bout d'un certain temps, il viendra au contact du balai B' et, en même temps, il cessera d'être en face du secteur SS' , de sorte que sa charge négative cessera d'être retenue par l'influence de la charge positive de SS' . Le secteur α va donc abandonner sa charge au balai B' et au fil B'MB.

Les secteurs α compris entre B et B' seront donc chargés, les autres seront déchargés, les premiers entraîneront leur charge, ce qui constituera un courant de convection; les charges abandonnées au balai B' reviendront au balai B par le fil B'MB, de sorte que le circuit sera fermé par un courant de conduction.

En réalité, M. Crémieu a reconnu que les choses ne se passent pas d'une façon aussi simple, à cause du rôle important joué par la polarisation de l'ébonite; mais nous nous contenterons de cet aperçu.

L'expérience réussit parfaitement, beaucoup plus nettement que celles des séries précédentes. Il était facile de mesurer le courant de conduction B'MB au galvanomètre et de constater que le courant de convection n'agit pas sur l'aiguille aimantée; cette aiguille est déviée, au contraire, quand le fil de retour B'MB est placé tout contre le plateau tournant, tandis que, dans ce cas, il devrait, d'après les idées de Rowland, y avoir compensation entre l'effet du courant de convection et celui du courant de conduction.

M. Crémieu admet qu'il a réalisé un courant de conduction ouvert.

Pourquoi, maintenant, a-t-on réussi de cette manière et avait-on échoué avec le dispositif que j'ai d'abord décrit? C'est ce que M. Crémieu ne peut expliquer.

X. — EXPÉRIENCE DE M. CARVALHO.

Ainsi, le courant ouvert semble réalisé; nous sommes en face du paradoxe; il reste à le résoudre.

Nous ne pouvions croire à l'existence des courants ouverts, parce que nous n'arrivions pas à concevoir comment ils pourraient se comporter.

Maintenant, nous en avons un, ou nous croyons en avoir un; nous n'avons qu'à regarder comment il se comporte.

Va-t-il suivre les lois d'Ampère, ou bien celles de Helmholtz, ou d'autres encore?

D'après Ampère, nous l'avons vu, les courants ouverts doivent produire des rotations continues

C'est là un critérium précieux. M. Carvalho a proposé de soumettre un aimant, dans des conditions convenables, à l'action de ce que Crémieu croit être un courant ouvert et de voir s'il tendra à prendre une rotation continue. M. Crémieu a commencé des essais dans ce sens. J'ai cru pouvoir sans indiscretion dire un mot de ce projet, puisque tout le monde en parle parmi les personnes qui s'intéressent à la Physique.

Peut-être les difficultés techniques ne permettront-elles pas de faire l'expérience; mais, si elle peut se faire, je serais étonné que l'aimant se mit à tourner; j'en serais étonné même si j'étais sûr que l'effet Rowland n'existe pas.

J'ai dit plus haut, en effet, les invraisemblances auxquelles conduit la théorie d'Ampère.

Celle de Helmholtz pourrait être soumise à un critérium analogue. On pourrait chercher si un solénoïde fermé peut subir une action de la part de ces soi-disant courants ouverts.

Mais la théorie de Helmholtz, quoique plus satisfaisante que celle d'Ampère, est encore bien invraisemblable. Avec elle, je l'ai expliqué ci-dessus, il n'y a pas, à proprement parler, de champ magnétique.

Admettre cela, ce serait, pour le coup, renoncer à l'idée fondamentale de Faraday, à ce qu'elle contient d'essentiel et non plus seulement à l'une des nombreuses formes qu'on peut lui donner.

J'aime mieux rappeler une remarque que j'ai faite plus haut: on peut définir les courants par leur action sur le galvanomètre, et alors tous les courants sont fermés *par définition*. Il n'y a plus dès lors qu'à rechercher *comment* un courant se ferme. Dans le cas qui nous occupe, nous croyons le savoir; mais, d'après M. Crémieu, ce ne serait pas comme cela. Il faut chercher autre chose; on le trouvera en étudiant systématiquement les déviations de l'aiguille aimantée dans le voisinage de ces courants paradoxaux et, en particulier, près des points où cessent les courants de conduction. C'est aussi ce que M. Crémieu a le projet de faire.

Quels que soient les résultats de ces expériences, nous aurons un champ magnétique et des courants qui seront fermés; cela est certain, puisqu'il n'y a là que des définitions.

Cela reste vrai dans toutes les hypothèses, aussi bien dans celles d'Ampère et de Helmholtz que dans les autres. Seulement, voici la différence: si nous restons fidèles aux idées de Faraday, l'action pondéromotrice subie par un élément de courant ne dépendra que de la force magnétique. Il n'en serait plus ainsi dans les vues d'Ampère ou de Helmholtz, et c'est pour cela que ces vues sont paradoxales.

J'arrêterai là ce trop long article, heureux si j'ai pu faire comprendre l'importance des problèmes

soulevés par les recherches de M. Crémieu et la nature des questions engagées dans le débat. Va-t-on se trouver en face du paradoxe du courant ouvert; va-t-on être obligé de chercher une nouvelle explication des rayons cathodiques, des cou-

rants électrolytiques, de la polarisation magnétique, du phénomène de Zeeman? C'est ce que nous saurons bientôt.

H. Poincaré,

Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes,
Professeur d'Astronomie théorique
et mécanique céleste à la Sorbonne.

LES SOURCES DE LA CRAIE

Quiconque rencontre une source s'y arrête et admire cette eau claire et limpide qui sourd de terre à cet endroit. Le cadre pittoresque, quelquefois sauvage, du lieu attire le poète, qui en chante les beautés. Le penseur, tout en se laissant aller à une douce rêverie, s'efforce d'expliquer l'origine de cette eau pure comme du cristal.

Nos ancêtres donnèrent, de la formation des sources, des théories souvent extravagantes. Ils en reportèrent longtemps l'origine à de vastes réservoirs, qu'ils plaçaient volontiers sous les montagnes d'où l'eau des sources semblait provenir.

Quant à se demander par quel hasard la Nature avait pu rendre étanches les parois de si vastes réservoirs, aucun ne s'était arrêté devant cette question.

Il vint un moment où l'on voulut expliquer l'alimentation de ces réservoirs, et ces explications furent suivies d'hypothèses, aussi compliquées que fantaisistes, que nous n'aborderons pas pour ne pas trop allonger notre sujet.

Quelques esprits curieux, avides de savoir ce que devenaient les eaux fournies par les pluies, remarquèrent que tous les terrains ne les utilisent pas de la même façon.

Sur certains sols, après les grandes pluies, il se forme des ruisseaux temporaires, qu'on n'observe pas sur d'autres. Ces eaux, dites de *ruissellement*, s'en vont rejoindre les thalwegs des vallées, puis les rivières et les fleuves, enfin la mer. Elles seront évaporées sous l'influence du soleil et retomberont sous forme de pluie. Le cycle de leur transformation est connu, il n'y a donc plus à s'en occuper.

Mais quand les eaux de ruissellement manquent, que devient l'eau de pluie?

L'évaporation, l'absorption par les végétaux en utilisent bien une partie; mais y a-t-il un excédent qui tende à s'enfoncer de plus en plus dans la terre? Les sources seraient toutes désignées pour expliquer l'évacuation de ces eaux, étant donné que, chaque année, à la même époque, le niveau de la nappe souterraine reste sensiblement le même.

Deux choses sont nécessaires à connaître: la quantité d'eau qui tombe actuellement sur un terrain perméable à l'eau, et celle prise par les végé-

taux par leurs parties aériennes. L'excédent de l'eau disponible prendra le nom d'eau d'infiltration.

Au moyen d'un instrument très connu et fort simple, le pluviomètre, on constate le volume d'eau tombé dans une année. Aux environs de Paris, un hectare reçoit par an environ 5.000 mètres cubes d'eau. Si tout arrivait aux sources, il faudrait 6 hectares pour obtenir un débit moyen de 1 litre par seconde environ pendant toute l'année, c'est-à-dire de quoi satisfaire à l'alimentation de plus de 250 Parisiens pendant plus d'un an. Mais Paris n'est pas l'un des lieux où il pleut le plus abondamment. Dans les pays de montagne, la quantité d'eau tombée est souvent doublée. Nous savons qu'elle n'est pas toute absorbée par le sol. Dans les terrains argileux, les eaux de ruissellement entraînent la plus grande partie de l'eau de pluie. Les sables, les graviers, les grès, les calcaires, etc., donnent peu d'eau de ruissellement; la quantité de celle-ci, essentiellement variable, augmentera avec les grandes pluies où les averses, chaque fois que l'arrivée de l'eau sera supérieure à son absorption. Les terrains boisés, les cuvettes, en un mot, tout ce qui tend à entraver la libre circulation des eaux de ruissellement, laissent le temps à la terre de les absorber et d'en diminuer la quantité.

Les études nombreuses faites sur l'évaporation de l'eau par les sols et les végétaux (celles de M. Dehérain entre autres) ont montré qu'ils étaient incapables d'utiliser une aussi grande quantité d'eau. Il y a donc un excédent, variable suivant que les eaux de ruissellement sont plus ou moins abondantes, mais qu'on évalue en moyenne au tiers des eaux tombées annuellement.

Une certaine quantité de l'eau des pluies arrivera donc à la nappe souterraine qui tendra à s'écouler par les orifices spéciaux qui forment les sources.

Comment se fait l'infiltration? Dans les terrains sableux (sables, graviers, galets), l'eau trouve, à travers les innombrables interstices de ces sols, des chemins pour s'y infiltrer.

Les grès et certaines craies s'imbibent d'eau sans pouvoir dépasser un certain taux d'humidité, au delà duquel toute arrivée d'eau par la partie supérieure est accompagnée de la mise en liberté d'une

égale quantité de liquide par la partie inférieure.

Certains terrains ne sont perméables que parce qu'ils sont fissurés. Les calcaires sont dans ce cas. L'eau trouve passage à travers les fissures qu'elle parvient à agrandir par érosion et dissolution. On leur donne le nom de *lithoclases* quand elles sont petites, de *diaclasses* quand elles sont grandes. Les terrains fissurés sont souvent plus perméables que

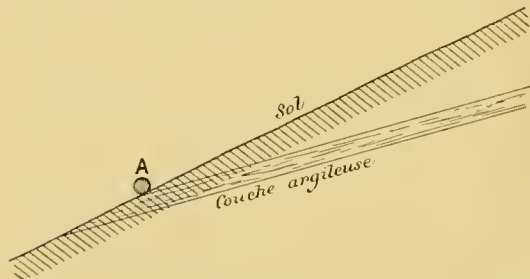


Fig. 1. — Coupe schématique montrant la formation d'une source d'affleurement A.

les terrains meubles comme les sables, car, en s'engouffrant, l'eau rencontre moins de frottement et acquiert plus de vitesse. L'écoulement souterrain de l'eau est plus abondant.

Suivons ces eaux d'infiltration. Elles vont s'infiltrer dans le sol jusqu'au moment où, rencontrant une couche imperméable¹, elles se mettront à ruisseler à sa surface. Les eaux de la nappe souterraine sont donc des eaux de ruissellement profondes. Comme ces dernières, elles vont suivre la pente générale de la couche imperméable (fig. 1).

Supposons que la couche argileuse affleure en A

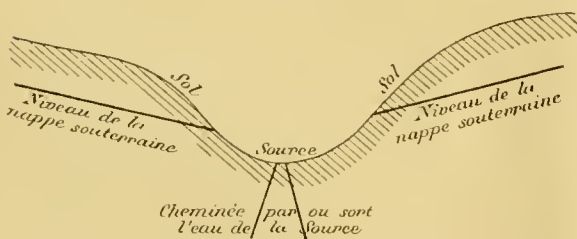


Fig. 2. — Coupe schématique d'une source de thalweg et, en particulier, d'une source de la craie.

au niveau du sol; il y aura, en ce point, une zone émissive ou de sources dites *d'affleurement*.

Il peut quelquefois y avoir une zone émissive sans affleurement de couche imperméable. Les

sources de la craie, par exemple, sont formées par l'affleurement du *niveau de la nappe souterraine* ou *niveau piézométrique* avec le sol (fig. 2). Ces sources sont dites de *thalweg*. Nous verrons plus loin qu'elles sortent comme par une cheminée; l'étude¹ détaillée de ce genre de sources va nous retenir un certain temps.

I. — NATURE DES SOURCES DE LA CRAIE.

La craie est une roche qui s'imbibe légèrement, comme les grès. Elle forme surtout des terrains fissurés. Elle est friable, et l'eau peut l'attaquer assez facilement. En s'infiltrant, les pluies exercent sur elle une action mécanique de frottement produisant l'érosion, qui élargira un certain nombre de fissures.

Sous l'influence du temps, certaines lithoclases deviendront des diaclasses. Les eaux circuleront de plus en plus facilement dans ces espaces, et un véritable courant se dirigera vers les sources.

Les eaux des rivières ou des ruisseaux pérennes de ces terrains produisent les mêmes effets avec plus d'intensité. Le sol devient une véritable passoire, ou bien il se forme une diaclasses verticale, véritable cheminée capable d'engloutir d'énormes masses d'eau. Quelques-unes absorbent facilement 200 à 300 litres d'eau à la seconde. On donne à ces trous le nom d'*aven*, de *bétoire* ou de *gouffre* suivant les régions. Ce sont, dans ces conditions, des *bétoires d'affouillement*.

De vastes galeries sont creusées souterrainement par les eaux. Elles sont encore rares, celles que l'homme a pu rencontrer et explorer à l'intérieur de la craie. Récemment, M. Le Couppey en a exploré un certain nombre dans la région de la Vanne; la figure 3 représente la coupe et le profil d'une caverne qu'il a explorée. Celle-ci est parcourue par un courant souterrain, et, comme dans les explorations si connues de M. A. Martel, on est arrêté brusquement par une chambre sans issue où l'eau s'engouffre pour rejoindre probablement une autre galerie plus profonde.

Supposons que, pour une cause quelconque, le plafond de cette galerie ne soit pas assez solide pour supporter la charge du sol situé au-dessus d'elle. Il y aura un effondrement, qui se manifestera souvent à la surface sous la forme d'un entonnoir plus ou moins ellipsoïdal ou arrondi. Ces entonnoirs prennent le nom de *fosses* ou de *mardelles* quand ils sont situés sur un plateau. Ils forment des *bétoires* dits *d'effondrement* quand, s'étant

¹ En terrains calcaires, il y a quelques exceptions à cette règle. Les belles recherches de M. A. Martel ont montré qu'il existait souterrainement de larges diaclasses parcourues par de véritables rivières souterraines. Le lit de celles-ci est également formé de calcaire qu'elles n'ont encore pu entamer. A la longue, ces eaux arriveront à élargir une fissure dans leur lit, elles s'engageront plus profondément en terre, et cela jusqu'au moment où elles pourront s'écouler sur une zone imperméable.

¹ Les courants souterrains que nous signalions à la note précédente peuvent également donner naissance à des sources quand la diaclasses va rencontrer une faille qui la mettra à jour. Ces sources sont, néanmoins, assez rares.

formés dans la vallée, ils peuvent recevoir les eaux de ruissellement ou des ruisseaux. Les dimensions de ces mardelles sont très variables. Je citerai simplement les deux plus grandes que je connaisse. Elles se trouvent près d'Évreux, en amont de la commune de La Bonneville. Il y a la *Fosse aux Terriers*, dont le diamètre est de 40 mètres et la profondeur de 18, et le *Champ Guérin*, dont le

variera avec leurs dimensions et les facilités que l'eau trouvera pour s'écouler.

Les eaux de ruissellement arrivant dans les thalwegs rencontreront les bétouilles qui les absorbent. Ces eaux ne suivent pas le chemin que nous indiquerons plus loin, c'est-à-dire ne rejoignent la mer que dans des conditions exceptionnelles, comme les fontes brusques de neige. L'eau ne pouvant

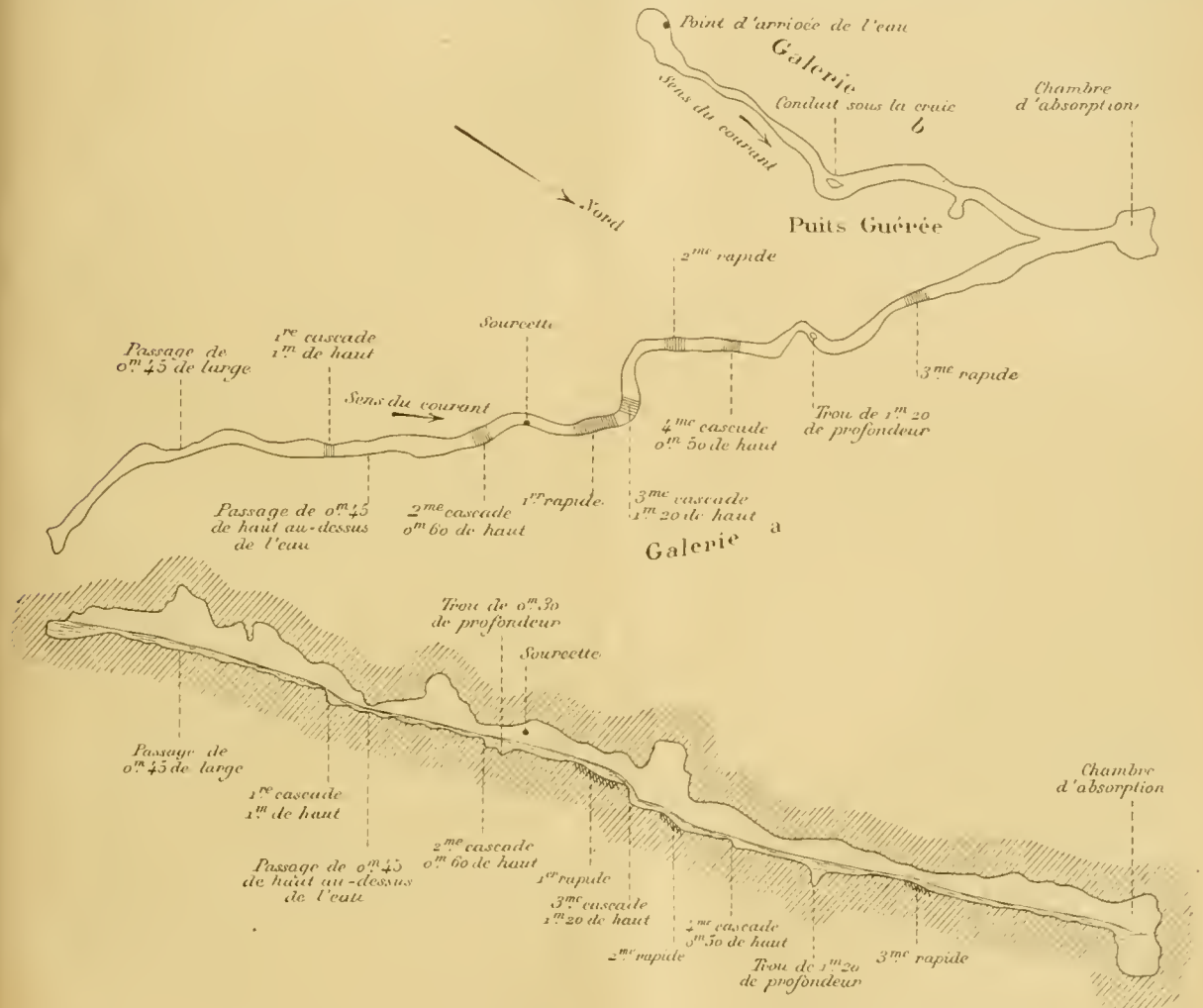


Fig. 3. — Puits et galeries de la Guinand (près Beurs-en-Othe, Yonne), explorés par M. Le Couppey.

contour ellipsoïde a un grand axe d'environ 100 mètres. Sa profondeur est de 18 mètres également. Ces mardelles imposent par leurs vastes dimensions.

Ce ne sont pas là des propriétés exclusives aux terrains crétacés. Tous les calcaires sont susceptibles de ces affouillements et de ces effondrements.

Les eaux de surface, pour atteindre la nappe souterraine, suivront toutes les catégories de fissures qui se présenteront à elles : les lithoclastes, les diaclases, les bétouilles et les mardelles. L'importance des volumes d'eau pris par chacune d'elles

être entièrement bue par le sol, une partie arrive à trouver un lit peu perméable qui la conduit plus loin que la zone émissive, c'est-à-dire la zone des sources.

La nappe souterraine de la craie reçoit des quantités d'eau plus considérables que les sables. Les sources qui en sortent acquièrent également plus d'importance. Quand, dans les calculs, on admet que le tiers seulement des eaux de pluie arrive à la nappe, on reste bien au-dessous de la réalité.

Nous connaissons maintenant les fissures qui

conduisent l'eau à la nappe. Laissons pour l'instant de côté les phénomènes de purification et suivons l'eau à travers les fissures du sol.

La nappe souterraine de la craie¹ repose sur les argiles du Gault. L'épaisseur du Crétacé étant très considérable, la craie est imbibée d'eau sur une épaisseur dépassant quelquefois 100 mètres. Pour une surface de plusieurs dizaines de kilomètres carrés, on voit le volume d'eau énorme qu'emmagasine la craie.

En ne considérant que l'ensemble, cette nappe s'écoule selon l'inclinaison générale de l'assise argileuse ; mais, en examinant les détails, on s'aperçoit qu'il n'en est pas toujours ainsi.

Nous avons déjà rapporté plus haut l'exemple de la galerie de la Guinand, parcourue par un courant souterrain. On en connaît deux autres plus anciens : le courant des Boscherons (Eure), ainsi que le courant du puits de Gaudreville (Eure), creusé par M. Ferray sur l'emplacement d'une mardelle. Tous ces courants communiquent avec des sources, comme le démontrent les expériences à la fluorescéine.

L'acide carbonique qui se dégage dans certains cas contribue à l'agrandissement de ces galeries. En Normandie, on dit qu'un puits est *pouf* quand il renferme beaucoup d'acide carbonique. Les puits ne sont poufs qu'à certaines époques. Le puits des Boscherons, au fond duquel on trouve le courant, est rempli d'acide carbonique au mois de juin. Le séjour au fond est rendu impossible, les bougies ne brûlent plus. Au bout de deux mois, l'aération se rétablit. Voici l'explication de ce phénomène : La craie est formée de carbonate de chaux, et par places elle doit renfermer des bicarbonates. Ceux-ci se décomposent, laissant dégager de l'acide carbonique, qui trouve dans la galerie du courant un écoulement facile. Au moment des hautes eaux, ce gaz n'a plus un dégagement aussi facile, car le puits se remplit d'eau ; il se forme, à un endroit différent plus proche du puits, des bicarbonates² qui se redécomposeront au moment où les eaux baisseront, c'est-à-dire au mois de juin et donneront un dégagement de CO² abondant quand la pression exercée par l'eau diminuera. Au bout de quelques mois, le dégagement gazeux se régularise et n'est plus assez abondant pour empêcher la bougie de brûler.

¹ La craie, prise comme un tout, est, en réalité, formée de quatre couches géologiques distinctes : Le Cénomanién, le Turonien, le Senonien et le Danien ou craie pisolitique. Les sources de l'Avre sortent du Turonien, celles de la Vanne et de la vallée du Loing et du Lunain sortent du Senonien.

² Les expériences de M. Schlosing ont démontré que la décomposition des bicarbonates était une réaction réversible, fonction de la pression de CO².

La craie, comme tout calcaire, oppose des résistances très inégales à la dissolution. Le cas d'un courant de la Guinand, qui se termine par une chambre où l'on voit l'eau se perdre par le fond, montre nettement que l'eau a trouvé dans une autre direction la craie la plus friable et la plus facile à entamer.

Pour les diaclases plus petites, on peut faire la même observation. Ainsi, à certaines places, les puits sont alimentés par de larges fissures, l'eau se renouvelle facilement et la température de ces eaux est voisine de celle des sources situées aux environs¹. A d'autres places, les puits sont alimentés par des larmes, comme disent les puisatiers, c'est-à-dire par de très fines fissures. Ceci ne veut nullement prétendre qu'en creusant plus profondément on n'arriverait pas à une forte diaclase. Nous sommes persuadé du contraire, comme nous avons pu nous en rendre compte dans la région du Lunain.

En résumé, la direction des courants souterrains, tout en suivant approximativement une direction dans le sens de la pente des couches des argiles de la base, dépend surtout de la résistance de la craie. Il arrivera qu'un courant prenne la direction O.-E. quand l'inclinaison de couche est nettement S.-N.

La connaissance des principaux courants a une importance de tout premier ordre, car c'est surtout par eux que les sources peuvent être contaminées.

La présence des mardelles, leur disposition par rapport aux sources, peuvent être utiles du moment qu'elles sont la manifestation superficielle des courants souterrains. Mais il n'y en a pas partout. Quand le plateau est trop élevé, il est souvent impossible d'en découvrir. Les effondrements, s'il y en a, restent invisibles aux êtres humains.

Un autre moyen pourrait également nous renseigner sur la direction des courants : l'étude des niveaux piézométriques, faite en notant l'altitude de l'eau dans les différents puits à une époque donnée.

L'eau s'écoulant ne peut que se diriger vers un point plus bas de la nappe. Si l'abaissement de la nappe est rapide, le courant le sera également. Si donc on trace sur une carte des lignes reliant entre eux les puits dont le niveau de l'eau est à la même altitude, nous pourrions dire qu'il y a un courant là où les courbes sont le plus rapprochées.

¹ En étudiant l'alcalinité des puits de la région de l'Avre et en supprimant tous ceux qui reçoivent de la surface des eaux riches en calcaire et en chlore, comme les eaux de fumiers (le dosage du chlore permet de faire cette élimination), on peut reconnaître que souvent les puits dont les eaux sont peu alcalines se trouvent groupés ensemble. L'alcalinité de l'eau peut servir à apprécier approximativement les diaclases qui alimentent un puits, la quantité de CaO étant d'autant plus grande que les fissures sont plus petites.

Malheureusement, les puits n'atteignent que la partie supérieure de la nappe; les courants principaux peuvent être plus profonds et échapper ainsi à notre étude. Il faudrait pouvoir creuser les puits de 20 à 30 mètres dans la nappe. On serait certain d'avoir le niveau piézométrique réel, le seul intéressant pour la recherche des courants, car on aurait pu entamer la diaclase profonde si elle existe à l'endroit du puits. Malheureusement, au point de vue pécuniaire, ce serait une opération onéreuse.

Le niveau piézométrique, tel qu'on peut le déterminer, ne rend guère de services que si l'on examine l'allure générale des courbes. On peut alors savoir si une surface donnée concourt à l'alimentation d'une source à étudier; mais, quant à déterminer, par ce moyen, aux environs de plusieurs sources, les parties qui alimentent une source donnée, il faut y renoncer, les puits examinés ne donnant qu'un niveau fictif, qui peut monter si l'on vient à les approfondir.

Nous indiquerons plus loin comment, dans certains cas, on peut arriver à connaître approximativement la direction de ces courants quand les moyens que nous venons de relater font défaut.

Qu'il suffise de retenir, pour le moment, qu'il existe souterrainement des diaclases formant quelquefois de grandes galeries qui vont drainer les eaux et les amener aux sources.

Rien ne peut, en effet, faire mieux comprendre la circulation de l'eau dans ces terrains fissurés que la disposition d'un drainage. Dans les deux cas, le but à atteindre est identique: l'assainissement du sol, sa non-saturation par l'eau; c'est la Nature qui a agi dans l'un des cas, c'est l'homme dans l'autre.

Pour des raisons économiques et techniques, l'homme dispose les drains suivant des règles données, à des profondeurs uniformes. On recherche les lignes de plus grande pente pour y disposer les canaux collecteurs, la sortie de ceux-ci pouvant être comparée à une source.

La Nature a utilisé les parties les plus faciles à entamer. Les canaux collecteurs sont souvent nombreux, placés à des profondeurs variables, non en ligne droite, avec des solutions de continuité quand la roche leur opposait une trop grande résistance.

Les grosses diaclases, à l'intérieur desquelles on trouve les vitesses les plus grandes, drainent les plus petites en raison même du principe d'hydraulique qui veut que l'abaissement du niveau piézométrique soit d'autant plus grand que la vitesse du courant est plus forte. Cet abaissement de niveau fait affluer l'eau des niveaux plus élevés. C'est, du reste, sur ce principe que reposent les trompes

Les exemples des quelques galeries souterraines qu'on connaît dans la craie, l'assimilation du déplacement de la nappe à un vaste drainage donnent

une idée de la circulation souterraine de ces terrains.

Les eaux d'infiltration arrivant à la nappe, puis aux sources, ne prennent pas toutes des chemins aussi faciles. Le temps de leur apparition aux sources sera très variable. Trouvant de fines fissures, il leur faudra plus de temps qu'à travers une galerie. Les décantations qui se produisent purifient ces eaux; mais, comme elles n'ont lieu que lentement, ne seront bien décantées que les eaux arrivant avec une très faible vitesse. L'importance de la connaissance des courants principaux se présente pour la première fois dans le cours de cette étude. Elle va être l'objet de nos constantes préoccupations.

L'épaisseur considérable de la craie fait que le niveau piézométrique de la nappe coupe le sol en plusieurs endroits (fig. 4). Le schéma que nous

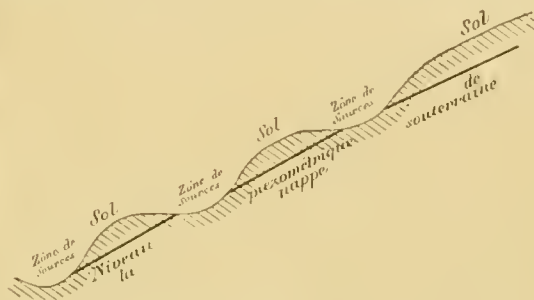


Fig. 4. — Coupe schématique montrant la succession des zones émissives dans les terrains crayeux.

avons tracé montre la succession de zones émissives plus ou moins étendues selon la configuration du sol.

C'est toujours par un phénomène d'érosion que l'eau de la diaclase s'est fait jour. Une fissure s'est agrandie verticalement et a formé une cheminée.

Existe-t-il bien une diaclase alimentant les sources? Si l'on trouve des courants et des galeries dans la craie, tout porte à croire qu'il y a des diaclases assez grandes alimentant les sources. On peut se convaincre de leur existence en visitant les travaux de captage exécutés par la Ville de Paris dans la vallée du Lunain. Sur les conseils de M. l'ingénieur des mines Janet, on a été prendre les eaux dans leur gisement naturel, comme il est prescrit de le faire quand il s'agit d'eaux minérales. Pour deux sources, on a foré jusqu'à la craie de grands puits bétonnés sur les parois et ayant l'un 4 mètres environ de diamètre et 9 de profondeur, l'autre 3^m50 de diamètre et 11 de profondeur. On est arrivé, dans les deux cas, à rencontrer une cassure assez grande de la craie par où l'eau arrivait principalement. On l'aperçoit facilement à travers la colonne d'eau claire du puits.

Notre comparaison de la circulation des eaux souterraines à des drains et des sources à la sortie de l'eau d'un collecteur, se trouve justifiée.

Le débit des sources sera très variable, tout comme le débit des collecteurs de drainage. En période pluvieuse, l'élévation des eaux de la nappe augmentera la charge d'eau aux sources. Le débit augmente en même temps qu'un certain approvisionnement d'eau s'accumule dans le sol. En été, le niveau baissera et quelquefois la source deviendra bétoire si le niveau piézométrique descend au-dessous du niveau du sol. Les sources hautes, c'est-à-dire situées dans la partie amont de la zone émissive, tariront généralement les premières.

Quelquefois, il n'en est cependant pas ainsi. Des sources situées au milieu de la zone émissive tarissent et divisent celle-ci en deux zones différentes en été. Nous avons constaté ce phénomène dans la vallée du Betz, affluent du Loing.

Le moment est venu d'apporter une démonstration de la communication réelle des eaux de bétoire avec les sources.

II. — EXPÉRIENCES AVEC LES MATIÈRES COLORANTES.

Dans l'impossibilité de suivre sous terre les divers cours d'eau qui existent, on a imaginé, depuis près de trente ans, une méthode très simple pour savoir où se rendent les eaux qui se perdent. On a coloré ces eaux au moyen de couleurs dérivées de la houille, et, parmi celles-ci, la fluorescéine a donné les meilleurs résultats.

Il ne faut pas chercher à déterminer par ce moyen la limite extrême du périmètre d'alimentation des sources. Il peut y avoir des diaclases profondes drainant des eaux ayant séjourné assez longtemps dans la nappe. Ces eaux, plus riches en chaux et plus pures, sortent quelquefois, non dans la zone émissive voisine, mais dans une zone émissive inférieure. Ces diaclases ne sont pas les plus dangereuses, du moment que leurs eaux ont acquis par décantation une purification suffisante. Ce qu'il est utile de connaître, c'est la direction que prennent ces courants superficiels qui drainent les eaux de surface s'engouffrant dans les bétoires. Le périmètre qu'on déterminera ainsi formera une zone dangereuse, indispensable à surveiller étroitement. Il est quelquefois nécessaire de suivre ces eaux dans une zone émissive voisine pour rechercher les limites du périmètre dangereux. Une expérience récente, que j'ai faite dans la vallée de Betz, affluent du Loing, avec l'aide toute dévouée et intelligente de mon collaborateur M. Guillerd, ingénieur agronome, a montré que l'eau engouffrée dans un bétoire situé à 1 kilomètre seulement de sources réapparaissait encore à 9 kilomètres

de là dans une zone émissive inférieure. Bien entendu, l'intensité de la coloration allait en diminuant de la partie amont vers la partie aval.

La direction du courant indiquée par la fluorescéine n'implique pas une généralisation du résultat aux diaclases voisines, la dureté de la craie étant chose essentiellement variable, comme nous l'avons vu plus haut.

La fluorescéine se décèle dans les eaux très facilement. Au moyen du *fluoroscope* inventé par M. Trillat, on arrive à la retrouver dans des dilutions très faibles : un dix-milliardième environ.

L'instrument employé se compose de deux tubes en cristal aussi homogène que possible et fermés à leur partie inférieure par un bouchon noirci. Dans l'un de ces tubes, on introduit l'eau témoin exempt de fluorescéine ; dans l'autre, l'eau à examiner. S'il y a de la fluorescéine, l'eau se projette en bleu verdâtre tandis que l'eau témoin est bleu foncé.

Toutes les fluorescéines n'ont pas le même pouvoir colorant. M. Marboutin a eu l'occasion d'examiner un grand nombre d'espèces de fluorescéine pour lesquelles la sensibilité au fluoroscope était très variable. La fluorescéine en poudre est la plus mauvaise. Le fabricant est obligé, pour la maintenir sous cet état, de la mélanger avec des matières inertes comme l'amidon ou le sulfate de soude.

L'introduction de la fluorescéine varie suivant les circonstances :

Ou bien le bétoire est isolé. L'eau qui y arrive s'engouffre entièrement. On introduit la fluorescéine dans le trou, en plusieurs heures, de façon à colorer un grand volume d'eau. Ou bien le bétoire n'absorbe pas l'eau entièrement et se trouve noyé. Si c'est un petit ruisseau, on peut, au moyen de digues, l'isoler, et on est conduit au cas d'un bétoire isolé. Si c'est un fleuve ou une grande rivière, il faut, comme, en 1877, M. Trinck fut obligé de le faire pour les sources d'Aach, en communication avec le Danube, jeter une grande quantité de matière colorante dans la rivière. S'absorbe ce qui peut être pris. L'expérience a réussi à M. Trinck et plus récemment à M. Marboutin. Il est nécessaire, néanmoins, d'avoir des pertes sensibles, sinon la fluorescéine, arrivant trop diluée, peut échapper à l'observateur.

Dans un puits ou un bétoire ne recevant pas d'eau, on verse la fluorescéine et on chasse la matière colorante dans la nappe en élevant le niveau piézométrique par l'arrivée d'eau qu'on pompe au cours d'eau le plus proche¹.

¹ La conduite d'une expérience avec la fluorescéine demande beaucoup d'attention. Il faut procéder avec méthode et employer un personnel auxiliaire assez nombreux. La fluorescéine jetée, le but principal à observer est les

Nous avons adopté la règle suivante dans l'introduction de la fluorescéine : 2 kilos de matière colorante pour un débit des sources de 1^m à la seconde, quand le bétroire est à 8 ou 10 kilomètres des sources. Nous augmentons cette quantité¹ avec la distance et le débit.

L'emploi de grandes quantités de couleur n'a

de recueillir de l'eau verte à son robinet. Pour les sources non captées, il n'y a aucun inconvénient, même aux endroits où sont installés des lavoirs. Les habitants se persuadent rapidement que le linge ne se tache pas et cette couleur les divertit très fort. Il est même utile, quelquefois, de verser beaucoup de fluorescéine. Certaines sources, rece-

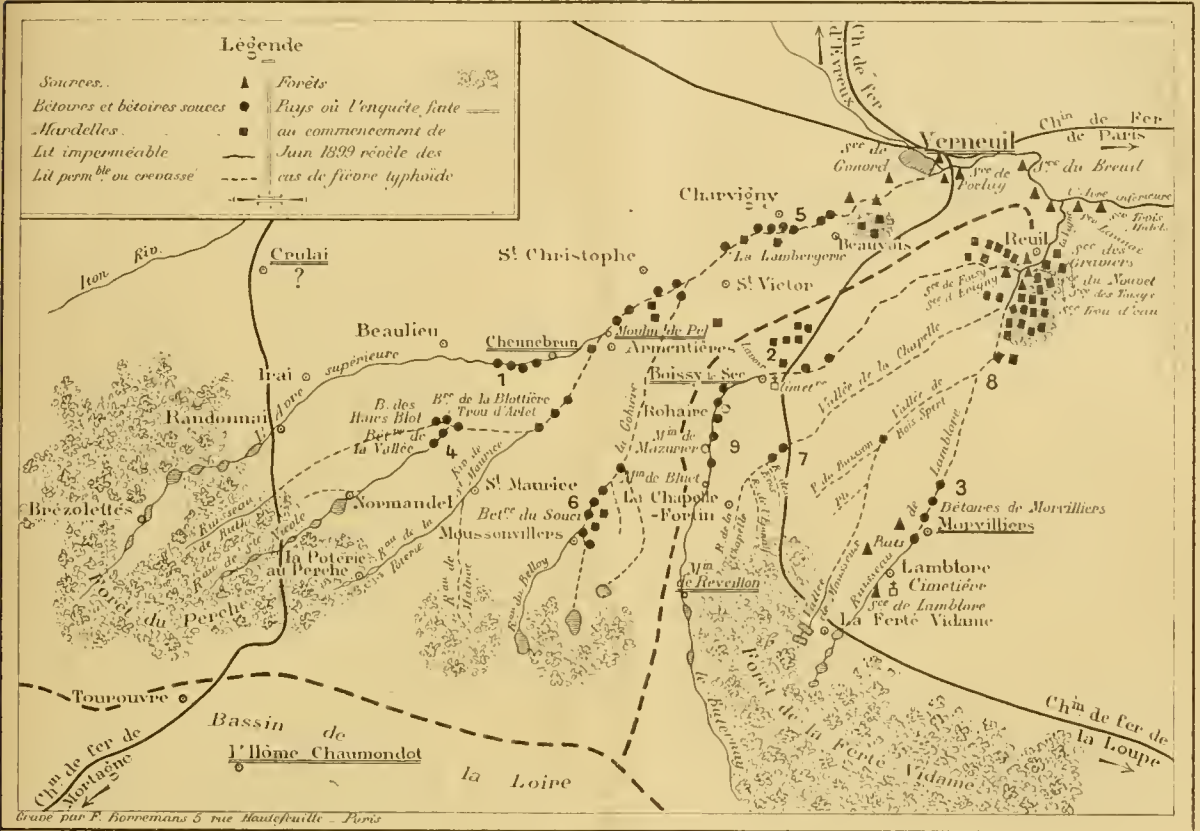


Fig. 5. — Sources, bétroires et mardelles des bassins de l'Avre et de la Vigne.

d'inconvénients que pour les sources captées servant à l'alimentation des villes. Il est désagréable

sources. Dans la craie, les expériences effectuées jusqu'ici n'ont pas accusé de vitesses de courant, calculées d'après la distance en ligne droite du bétroire aux sources, supérieures à 330 mètres à l'heure et dans des régions très riches en mardelles. On fait le plus généralement commencer l'observation des sources en calculant la vitesse du courant égale à 205 mètres à l'heure. Par surcroît de précautions, avant de faire effectuer les prises régulièrement, on demande à quelques personnes de regarder en passant la couleur des sources quand elles ont l'occasion d'aller de leur côté. Avec une vitesse supérieure à 200 mètres, la fluorescéine serait visible à l'œil nu quand on en emploie des quantités assez grandes.

D'autre part, les vitesses varient avec les sources. Ces changements, qui peuvent être considérables (la vitesse peut varier comme 1 à 3), ne doivent pas être ignorés de l'expérimentateur, qui s'en méfie. Entre le bétroire et les sources, on observe les puits. Il arrive quelquefois de les colorer; mais ce cas est rare. Si on a cette bonne fortune, ce sont des points de repère précieux, qu'il ne faut pas négliger.

¹ Cette quantité paraîtra considérable à quelques expéri-

vant une grande quantité de ces eaux de bétroire, prennent la plus grande partie de la couleur. Le restant se dilue beaucoup et peut échapper au fluoroscope. La carte de la région de l'Avre (fig. 5) montre l'emplacement des bétroires, des sources, et des

mentateurs qui ont préconisé les petites quantités afin de s'éviter les récriminations, toujours désagréables, des propriétaires dont les puits seraient colorés. M. Marboutin, qui, en mars et avril 1900, a fait deux expériences à la fluorescéine dans la région de l'Avre, craignait de colorer à peu près tous les puits et avait introduit environ cinq fois moins de fluorescéine que nous. Les résultats de ses expériences semblaient confirmer ses craintes. Cet expérimentateur trouva un très grand nombre de puits colorés, ce qui lui permit de tracer les courbes dites *isochromochromatiques*, c'est-à-dire des lignes passant par les puits colorés à la même heure. L'avantage de ces courbes était très grand. On pouvait connaître la direction générale des courants, ceux-ci se manifestant aux endroits qui se coloraient le plus rapidement. Malheureusement, ces résultats, tout intéressants qu'ils puissent être, n'ont pu être retrouvés par nous. Nous croyons que cette divergence dans les conclusions

mardelles. Les sources se trouvent aux environs de Rueil et de Verneuil. Elles sont indiquées par des ronds noirs ☉.

L'examen des mardelles ne nous donne, sur cette

Les expériences à la fluorescéine exécutées dans la région ont donné les résultats du Tableau I.

Les bétaires sont en relation avec des courants qui ne communiquent pas avec toutes les sources.

TABLEAU I. — *Expériences sur les communications des bétaires avec les sources.*

NUMÉRO du bétaire indiqué sur la carte	ÉPOQUE de l'expérience	BÉTOIRES	SOURCES ATTEINTES	VITESSE calculée à l'heure (distance prise en ligne droite du bétaire à la source) mètres
1	Juillet 1900.	Chennebrun.	Toutes les sources de Rueil. Groupe du Nouvet. S. des Foisy.	133
2	Juillet 1900.	Boissy-le-Sec.	S. des Graviers. S. de la Rivière. S. de Launai. S. des Trois-Mulets.	133
3	Septembre 1900	Morvilliers	S. du Trou-d'eau S. de la Rivière. S. de Launai. S. des Trois-Mulets.	158 158 147 147
4	Octobre 1900.	Bétaire de la Vallée, près de Normanlel.	Toutes les sources de Rueil. S. d'Erigny.	84 120
5	Décembre 1900.	La Lambergerie (sur l'Avre, en aval de Saint-Victor)	G. du Nouvet. S. des Foisy et Rivière. S. de Poelay. S. de Launai et Trois-Mulets. S. d'Erigny.	145 113 108 124 81
6	Janvier 1901	Souci, près de Moussonvilliers	G. du Nouvet. S. des Foisy et Rivière. S. de Launai S. des Trois-Mulets.	74 80 78 78
7	Mars 1901	Sorel (rue de Lépinai).	G. du Nouvet. S. des Graviers. S. de Launai et Trois-Mulets. S. de la Rivière.	138 138 138 208
8	Avril 1901	Boullay-Sainte-Claire	S. du Trou-d'eau S. de Launai S. des Trois-Mulets. G. du Nouvet.	208 208 208 134
4	Mai 1901.	R. Sainte-Nicolle (bétaire de la vallée)	S. d'Erigny. S. des Foisy et Rivière S. des Graviers. S. de Launai et Trois-Mulets.	133 133 133 133
9	Juin 1901	Rohaire	G. Gonord S. Poelay. Toutes les sources de Rueil.	61 61 61

carte, aucune indication précise de la direction des courants se dirigeant vers les sources.

En allant du bord droit du bassin au bord gauche, on constate qu'il y a :

lien à ce qu'étant au début de ses travaux, cet expérimentateur ignorait encore qu'un certain nombre de puits, qu'il pensait avoir colorés, l'étaient déjà préalablement en vert par suite des infiltrations de fumier, etc., ce qui peut tromper le premier venu. Pour quelques puits, cette teinte n'a lieu qu'à certaines heures, le matin par exemple, sans qu'on ait pu connaître exactement la cause de ce changement.

La sensibilité de la fluorescéine, dans ces eaux, est généralement moindre. La couleur même de l'eau colorée varie chez quelques-uns. Une teinte légèrement jaune sale remplace la teinte bleu verdâtre. Nous avons souvent adjoint aux deux tubes du fluoroscope un troisième tube qui recevait de l'eau témoin avec 2 gouttes d'une solution de fluorescéine donnant le milliardième. C'était le tube de comparaison.

Quelques-uns des puits colorés ne sont alimentés que par de fines diaclases, comme les expériences suivantes ont pu le démontrer. Après avoir déterminé le volume d'eau se trouvant dans le puits, nous y versions le soir une quantité déterminée de fluorescéine, de façon à avoir à peu près la dilution de 1/500.000.000. On prélevait un échantillon, on fai-

sait des prises trois fois dans la nuit. Le matin, on se rendait compte de la disparition de la fluorescéine. Quelques-uns de ces puits sont restés colorés plus de huit jours. Nous avons eu soin d'opérer la nuit pour éviter les prises d'eau faites pour les besoins de la ferme et qui auraient troublé les résultats.

Toutes ces expériences ne seraient pas convaincantes si une expérience décisive n'avait amené nos convictions. Une expérience faite l'an dernier à Boissy-le-Sec (voir la carte), dans un bétaire, avait donné comme vitesse moyenne 133 mètres à l'heure; une autre, faite au bétaire du Souci, à peu près 80 mètres; à celui de Sorel, 135 mètres à l'heure; à celui de la Lambergerie, 110 mètres à l'heure, tandis que celle exécutée à Rohaire, situé au milieu d'eux, n'a donné qu'une vitesse moyenne de 68 mètres. Ce temps considérable s'est manifesté aussi bien pour les sources de Rueil-la-Gadelière que pour celles de Poelay et de Gonord. En période sèche, les sources de Rueil sont seules atteintes. Il faut à peu près autant de temps à la fluorescéine pour aller du Souci aux sources, que de Rohaire aux sources. L'hypothèse

1° A droite, une région communiquant avec les sources Rivière, Trou-d'eau et Launai-Trois-Mulets ;

2° Au milieu, une région communiquant avec toutes les sources de Rueil ;

3° A gauche, une région communiquant avec Erigny, le groupe du Nouvel et Foisy.

Dans l'expérience de la Lambergerie, la source des Graviers, située cependant entre le Foisy et le groupe du Nouvel, n'a pas été atteinte.

Les sources du Breuil et de La Valette n'ont jamais été colorées ; elles ne reçoivent donc pas d'eau des bêtaires expérimentés. Il y a lieu de supposer que les communications entre les différentes vallées où circulent les ruisseaux se font surtout dans les régions des mardelles. Le renseignement est peut-être un peu flottant, mais suffisant, et on peut, en alliant les expériences à la fluorescéine et l'emplacement de ces effondrements, avoir un ensemble du régime souterrain de la région.

Nous avons cherché à savoir si une source tarissant l'été, la source Gonord, était en relation avec d'autres sources. Au moyen de fluorescéine, il nous a été facile de le savoir. A ce moment, la source de Poelay ne coulait pas ; mais, au moyen de la pompe élévatrice de la ville de Verneuil, on pouvait y puiser à peu près 3 litres d'eau à la seconde. Pendant quatre jours, on ne puisa pas d'eau à la source de Poelay et, malgré la distance très faible (2 kil. 4) qui sépare cette source de la source Gonord, on ne retrouva pas de coloration. Au bout de ce temps, la ville de Verneuil ayant besoin d'eau, préleva 3 litres à la seconde, et le lendemain elle était colorée. La diaclase qui fait communiquer ces deux sources reste donc absolument sans communication avec d'autres émergences¹.

La source du Breuil n'a donc aucune communication avec la source Gonord ni celle de Poelay. Dans aucune de nos expériences, elles ne furent colorées.

de diaclases distinctes de celles communiquant avec le bétaire du Souci ou celui de Boissy, semble mieux répondre aux résultats de nos expériences.

D'autre part, cette expérience a été effectuée avec une grande quantité de fluorescéine (6 kil.) pour un bétaire situé à 10 kilomètres des sources. Aucun des puits n'a été coloré.

Nous avons encore jeté de la fluorescéine dans le puits de la mairie de Verneuil, et nous en avons chassé la couleur en faisant arriver de l'eau pendant un mois consécutif, la durée d'écoulement étant de deux heures par jour. Cette couleur, n'ayant pas rencontré immédiatement de diaclases assez fortes, n'a pu être retrouvée dans aucune source.

Malgré toute l'habileté de M. Marboutin, nous considérons comme non démontrée l'existence des courbes isochronochromatiques. Dans la vallée de l'Iton, nous avons eu des puits bien colorés. Mais jamais ils n'ont pu être en assez grand nombre pour y tracer de telles courbes.

¹ Dans une de ses expériences, M. Marboutin a trouvé la source Gonord colorée et Poelay non colorée. Résultat impossible d'après cette expérience.

Des expériences à la fluorescéine on peut dire :

1° Que, dans la majorité des cas, ce sont les sources hautes qui, dans une zone émissive, reçoivent la plus grande quantité de la fluorescéine ;

2° Que certaines sources, même éloignées, peuvent communiquer entre elles. Les expériences faites dans la région de l'Avre montrent bien, par leurs résultats, des communications nombreuses entre les diverses sources ;

3° D'après des expériences faites dans d'autres régions, la vitesse de la fluorescéine a varié de 25 mètres à 330 mètres à l'heure. Seules des diaclases peuvent être parcourues par de tels courants. Dans la région de l'Avre, leurs directions peuvent être connues approximativement. Les sources sont bien groupées et les diaclases principales se dirigent des bêtaires vers Rueil, en hiver vers Verneuil également ;

4° La fluorescéine ne reparait pas entièrement aux sources. On constate toujours une perte, qui est souvent importante et qui, dans une expérience, a atteint les 9/10.

La valeur de cette perte dépend d'une série de facteurs, qui sont : la saison, l'arrivée continue ou intermittente de l'eau, l'état de la nappe souterraine. Chaque bétaire a, à ce point de vue, une valeur qui lui est propre.

L'arrivée continue de liquide produit une chasse d'eau qui la force à rechercher le passage le plus facile, c'est-à-dire des bêtaires. L'arrivée intermittente¹ permet à l'eau de s'écouler à travers toutes les fissures. Comme à travers les petites diaclases l'écoulement sera plus lent, la fluorescéine aura le temps de perdre sa coloration et n'apparaîtra plus aux sources.

III. — EXPÉRIENCES A LA LEVURE DE BIÈRE.

La fluorescéine a des avantages nombreux ; mais elle a aussi quelques inconvénients. Étant soluble, elle passe partout, même à travers les sables, les graviers. Elle ne donnera aucun renseignement sur l'épuration des eaux dans le sol.

M. Miquel a préconisé l'emploi des cellules vivantes, et en particulier des levures, pour rechercher si la filtration des eaux était suffisante.

D'autre part, quand les fissures sont trop petites, la fluorescéine ne peut être employée. Elle se diluerait trop et échapperait à l'expérimentateur. Au contraire, la levure se faufile facilement à travers ces lithoclastes (elle passe bien à travers certains sables) et, drainée par les diaclases, arrive aux sources.

¹ Cette arrivée intermittente correspond à celle de l'eau des pluies qui forment un ruisseau temporaire de faible durée.

En employant ces cellules, j'ai pu démontrer la communication de parties de ruisseaux dont l'absorption sur 1 mètre carré n'était pas de 0'100 à la seconde.

Leur multiplication est facilitée en mélangeant la levure à du sucre. La fermentation qui s'établit gonfle les cellules de glycogène qui leur permettra de végéter suffisamment dans le sol.

La recherche des levures se fait aux sources. On enseme l'eau dans du bouillon légèrement acide, comme M. Miquel l'a indiqué, de façon à empêcher les ferments lactiques de se développer trop vite.

Dans tous les endroits où la fluorescéine a donné des résultats, la levure de bière en a également fourni. Avec les quantités considérables (10 à 50 kilos) qu'on emploie, on ne peut conclure de leur présence aux sources que le sol ne pratique pas une purification partielle de ces eaux de bétoires.

Comme les fermentations sont plus ou moins actives, nous pensons qu'une fermentation active obtenue dans les ballons de culture indique une communication facile sans filtration aucune. Au contraire, les fermentations peu actives sont dues à une difficulté rencontrée par les cellules dans leur voyage souterrain.

IV. — PURIFICATION DES EAUX SOUTERRAINES. DES DIFFÉRENTES SOURCES DE LA CRAIE AU POINT DE VUE HYGIÉNIQUE.

Nous avons déjà indiqué que les lithoclastes, opposant une résistance considérable au mouvement de l'eau, permettaient à celle-ci de se dépouiller par décantation des nombreuses impuretés qu'elle entraîne dans son infiltration.

Un bétoire, au point de vue hygiénique, représente l'élément nocif par excellence. Il le sera d'autant plus qu'il absorbera plus d'eau, et que celle-ci aura recueilli les déjections humaines ou l'eau des lavoirs.

Les eaux des terrains boisés peuvent s'infiltrer dans le sol; elles n'y apportent que rarement un germe dangereux.

Les eaux des bétoires peuvent être plus dangereuses en été qu'en hiver. Il existe, en effet, des lavoirs qui vident leurs eaux usées tous les huit ou quinze jours, eaux qui s'éliminent généralement dans les bétoires. Ce sont elles qui peuvent être le véhicule des germes typhiques. Les eaux des lavoirs sont de magnifiques bouillons de culture et, par la quantité de microbes qu'elles contiennent, elles peuvent entrer en comparaison avec la masse de levure employée dans nos expériences.

Les eaux de certaines sources de la craie ne sont

pas exclusivement formées par la réapparition des eaux des bétoires.

Pour s'en rendre compte, on a installé, d'après les conseils de M. Janet, ingénieur des Mines dans la région de l'Avre, des appareils spéciaux permettant la mesure quotidienne du débit des sources et des ruisseaux de la région amont qui s'infiltrent dans le sol.

Nous avons utilisé les résultats obtenus pendant les mois de novembre 1900 et juillet 1901 et nous avons tracé les courbes comparatives du débit des sources et celui des ruisseaux. (Fig. 6 et 7)¹.

Au mois de novembre, les eaux commencent à remonter. Les ruisseaux augmentent de débit, les sources beaucoup moins.

Au mois de juillet au contraire, et nous pouvons ajouter le mois d'août, les sources baissent régulièrement, les ruisseaux ont approximativement le même débit.

Dans ces deux exemples, le rapport des eaux disparues en amont des sources et de ces dernières est environ de $\frac{1}{10}$ si l'on ne suppose aucune perte.

Les eaux des sources sont donc composées de deux parties distinctes au point de vue de la pureté :

1° Une quantité *a* d'eau provenant des bétoires et qui arrive aux sources avec la fluorescéine introduite : ce sont les eaux dangereuses.

2° Une quantité *b* d'eau ayant séjourné un temps plus ou moins long dans la nappe, et qui ne sort aux sources qu'après s'être dépouillée de la plus grande partie de ses impuretés. Ce sont les

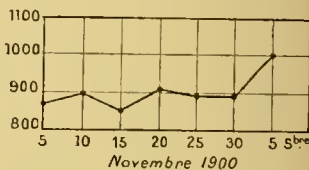
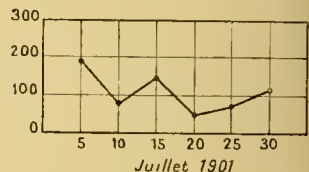


Fig. 6. — Débit des ruisseaux qui s'infiltrent dans les bétoires.

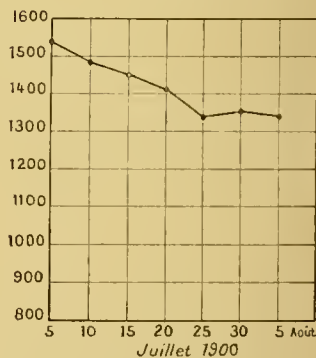
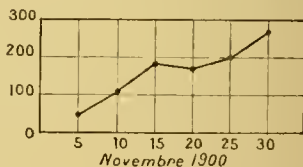


Fig. 7. — Débit des sources.

¹ On a pris les débits moyens d'une période de cinq jours, de façon à éliminer les sauts brusques du débit des ruisseaux, sauts dus à la marche intermittente des moulins.

plus pures ; elles forment la majorité des eaux de la craie.

La valeur d'une source dépend donc du rapport $\frac{b}{a+b}$. Elle sera hygiéniquement nulle quand $b = 0$, c'est-à-dire quand il n'y arrive que des eaux de bétoire. La valeur de a croît avec le nombre des bétoires, qui varie avec l'hiver et l'été. Nous avons vu, en effet, qu'en saison pluvieuse, grâce à l'élévation du niveau piézométrique, certains bétoires forment sources. Supposons que tous

à la fluorescéine, ne se troublent jamais l'hiver.

Pour celles-là, la valeur $\frac{b}{a+b}$ est sensiblement égale à l'unité. Elles sont situées parfois près de sources qui se troublent, comme c'est le cas de la source du Breuil ; le plus souvent, elles sont protégées par d'immenses et hauts plateaux crayeux ou encore recouverts de sable de Fontainebleau. Cette disposition se retrouve toujours pour les sources des zones émissives les plus basses de la craie. Les sources du Loing et du Lunain se présentent aussi

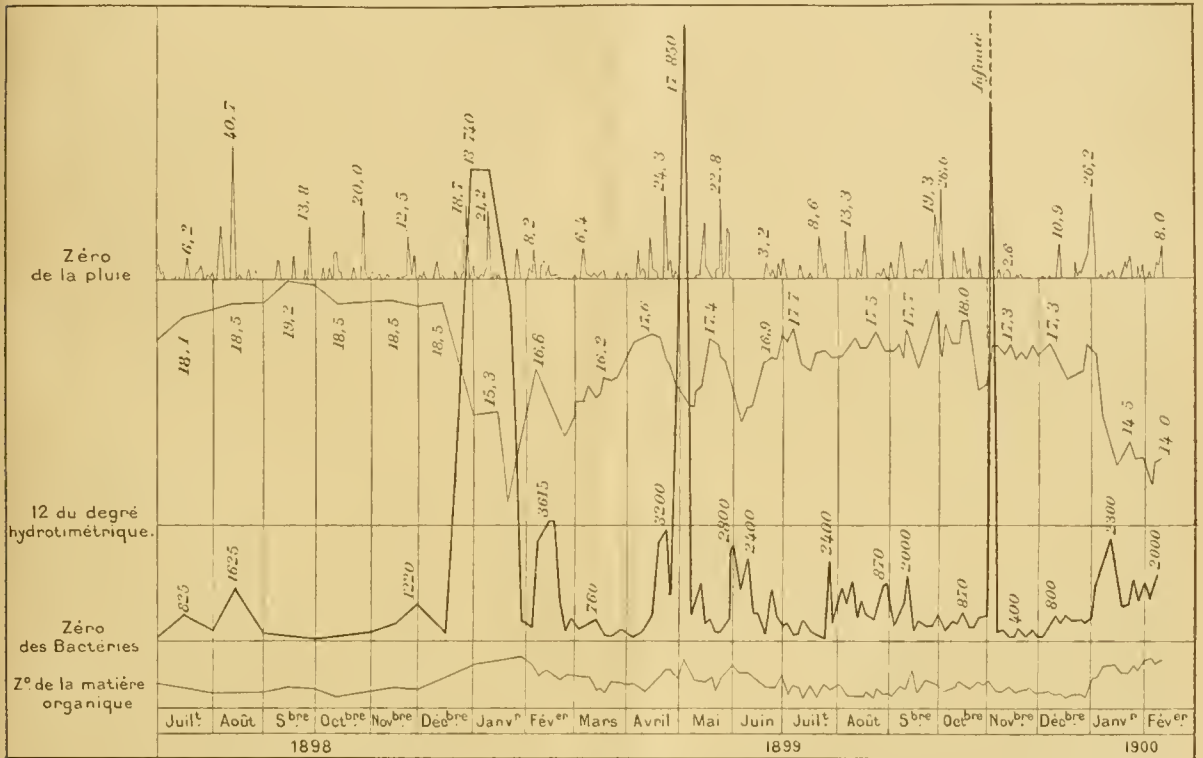


Fig. 8. — Relations entre les graphiques de la pluie tombée, de la matière organique, des bactéries et du degré hydrotimétrique dressés par MM. Miquel et Levy.

les bétoires nuisibles sourdent l'hiver : la source deviendra bonne l'hiver. Certaines sources de la vallée du Betz, affluent du Loing, sont dans ce cas.

La saison fait varier également cette valeur de a . En hiver, au moment de la fonte des neiges, certaines sources se troublent complètement. Ceci tient à l'arrivée brusque de ces eaux pauvres en chaux qui maintiennent en suspension de l'argile colloïdale. Comme, à ce moment, il arrive beaucoup plus d'eau des bétoires, ainsi que nous allons le démontrer bientôt, ces eaux troubles ont une grande importance sur la pureté de l'eau des sources.

Certaines sources, comme par exemple celle du Breuil (dans la région de l'Avre), qui a toujours donné des résultats négatifs dans les expériences

situées au bas d'une zone émissive ; elles n'ont pas été colorées par nos expertises. Si donc il n'y a pas de bétoires dans les vallées en amont des sources, ou si d'autres sources en amont reçoivent toutes ces eaux, on obtient des sources qui restent limpides l'hiver. L'étude hygiénique de ces dernières est utile à connaître quand il s'agit de les faire contribuer à l'alimentation d'une ville. Elle ne peut se faire que par comparaison avec celles des régions trouées, comme celles de l'Avre par exemple, du fait que la fluorescéine ou la levure ne peuvent être jetées nulle part.

Là où les expériences à la fluorescéine et à la levure ne peuvent donner de résultats, l'emploi des méthodes physiques, chimiques et micrographiques est utile.

MM. Miquel et Lévy ont montré depuis longtemps la relation qui existe entre l'eau tombée, le nombre des microbes et la matière organique des sources dans les régions de l'Avre et de la Vanne (fig. 8.) On voit qu'aussitôt qu'arrive un afflux d'eau, le calcaire des eaux s'abaisse rapidement, tandis que la matière organique s'élève. Tout ceci ne témoigne pas d'un long séjour des eaux dans le sous-sol.

froide arrivant aux sources devait, en effet, y amener un abaissement notable de la température. Cet abaissement atteint à peu près 1°, ce qui est encore faible; mais il ne faut pas oublier que le sol renferme un énorme volume d'eau ayant une température plus élevée, qui réchauffe ces eaux froides.

La température de la source du Breuil varie bien moins. Son débit est également presque constant,

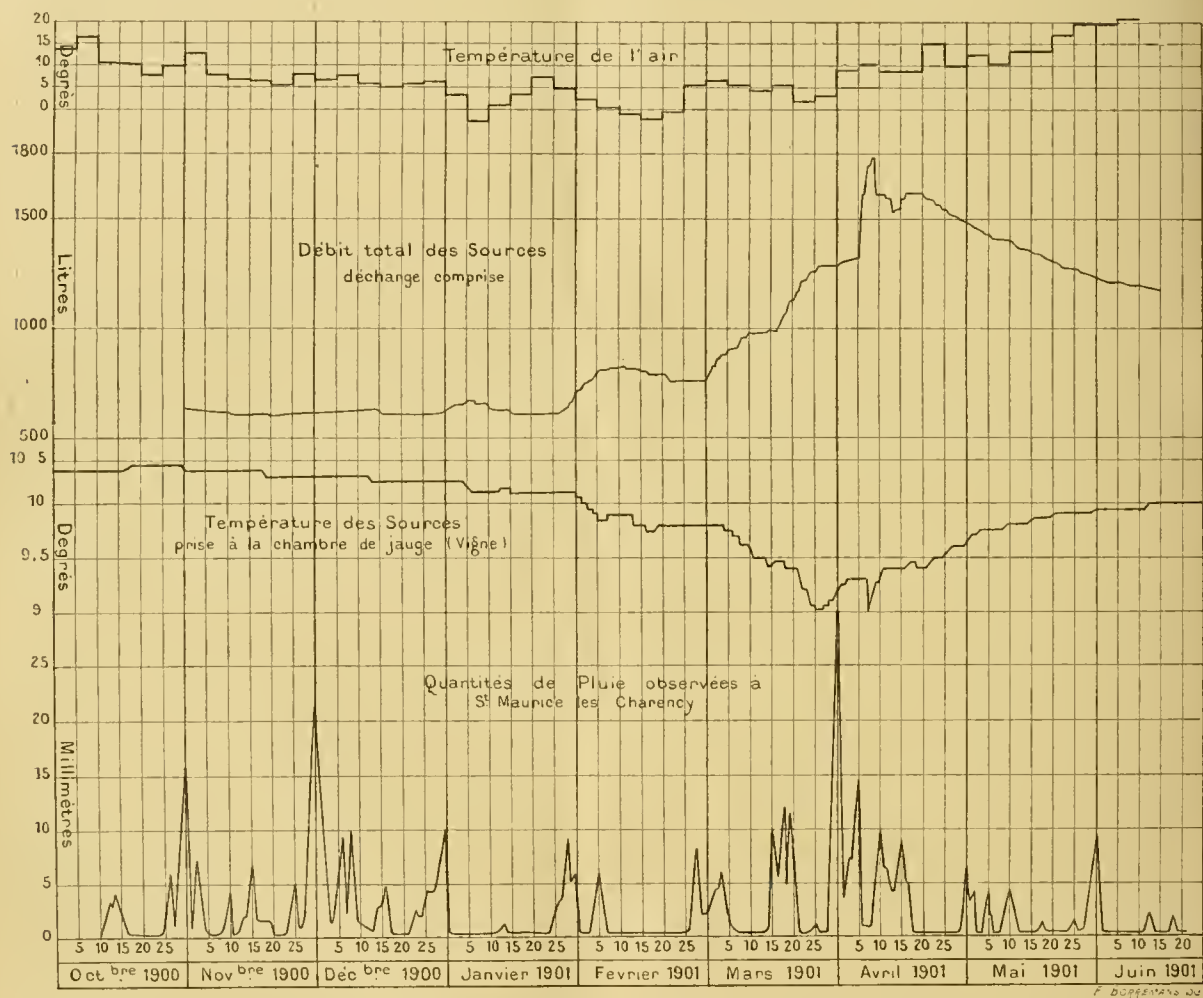


Fig. 9. — Graphiques comparés des quantités de pluie tombées et de la température de l'air avec le débit total et la température des sources.

M. Miquel a montré, en outre, l'existence fréquente du *Bacillus coli*¹. C'est surtout au moment des hautes eaux que cette augmentation se fait le plus sentir.

Le graphique de la figure 9 montre que l'abaissement de la température des sources se produit au moment des hautes eaux. C'est quand les ruisseaux avaient le débit le plus élevé et quand la température de l'air était encore basse (7 à 8°) que celle des sources diminuait et atteignait son maximum d'abaissement. Un grand volume d'eau

tandis que celui des sources de l'Avre passe de 600 à 2.000 litres.

En résumé, une source qui ne peut être étudiée au moyen de la fluorescéine et de la levure de bière peut encore l'être par comparaison en utilisant les données fournies par la température, les variations de compositions chimique et bactériologique et par celles du débit. Quand celles-ci seront faibles, on pourra admettre que la source ne reçoit pas ou peu d'eau de bêtaires; que la valeur hygiénique $\frac{b}{a+b}$ est proche de l'unité. Au contraire, si les variations sont sensibles, il faudra rechercher les

¹ L'élévation du nombre des microbes est brusque. Il semble qu'il y ait prolifération par suite de l'arrivée de la matière, suivie d'un décroissement rapide.

bétoires, les mardelles causes de tout le mal.

La mardelle peut exister sans être nuisible. Les expériences effectuées sur des bétoires ne recevant pas d'eau à l'époque où on les expérimentait, ont montré que l'arrivée d'une vingtaine de mètres cubes d'eau n'amène aux sources qu'une faible quantité d'eau ($\frac{1}{20}$ dans une expérience).

A plus forte raison, l'arrivée des eaux de pluie dans ces mêmes effondrements produit généralement un effet peu sensible sur la limpidité et les caractères physiques et chimiques d'une source.

Une fosse d'aisances peut communiquer avec un courant. La contamination nous échappe naturellement jusqu'au moment où la présence du bacille typhique nous avertit de ce fait grave.

Nos méthodes sont donc encore imparfaites. Elles sont suffisantes dans la majorité des cas.

Maintenant, y a-t-il lieu de s'inquiéter outre mesure des dangers que courent les sources captées dans la craie? Il n'y a guère qu'une partie des microbes nuisibles engouffrés dans les bétoires qui peuvent arriver aux sources. C'est quelquefois suffisant et il y a lieu de se méfier de leur présence.

V. — CONCLUSIONS.

Les faits que nous venons d'exposer vont nous servir à tirer quelques conclusions utiles pour l'utilisation de ces eaux.

Nous avons indiqué qu'il y avait deux sortes de sources de la craie: les unes, comme celles de l'Avre, qui reçoivent les eaux des bétoires; les autres, comme celles du Breuil, dont les diaclases semblent ne pas communiquer avec ces effondrements. Ces dernières sont les plus pures au point de vue hygiénique, mais elles sont rares. Les premières sont les plus nombreuses et les plus abondantes comme débit; doivent elles être écartées? Tant qu'on ne trouvera pas le moyen pratique de prendre l'eau dans des diaclases profondes, que nous supposons exister et qui ne doivent pas communiquer librement avec ces bétoires, il faut s'arrêter à des moyens-termes. Audacieux serait celui qui chercherait à atteindre une diaclase profonde alimentée par les lithoclastes des profondeurs et alimentée par les sources éloignées.

Empêcher complètement les ruisseaux de s'en-

gouffrer demande la confection d'un lit imperméable jusqu'à leur sortie de la zone émissive voisine, sinon on s'expose à voir se produire tôt ou tard de nouveaux bétoires d'affouillement.

On ne peut guère chercher qu'à en diminuer les débits. Il faut également rendre leurs eaux moins nuisibles en évitant l'arrivée des maladies hydriques comme la fièvre typhoïde. La surveillance médicale du périmètre dangereux de la source est nécessaire si on veut la capter. Enrayer une maladie comme la fièvre typhoïde, c'est diminuer le nombre de germes nuisibles pouvant accéder à la nappe. D'autre part, la communication entre les fosses d'aisances et un courant peut se produire, avons-nous dit, à l'insu de tous. En temps normal, le mal n'est pas grand; en temps d'épidémie, il est considérable. Empêcher son éclosion, c'est tuer le mal dans son œuf.

Le médecin, malheureusement, n'arrive pas toujours au début de la maladie. Il faut compléter cette surveillance par la recherche des bacilles pathogènes que l'eau peut contenir. Cette recherche est encore aléatoire. On veut trouver l'épingle dans une botte de foin (on prélève au maximum 10 litres d'eau sur plusieurs milliers de mètres cubes que donne la source). Cependant, quand on obtient des résultats positifs, on a un prétexte pour faire mettre les sources incriminées en décharge.

La vitalité du bacille typhique n'est que de trente jours dans l'eau, d'après Chantemesse. A ce moment, la source n'est plus nuisible et peut être remise en circulation.

Tels sont les moyens auxquels toutes ces études ont conduit. C'est le résumé approximatif des conclusions de la Commission instituée à cet effet par le Préfet de la Seine, et en particulier celles de M. Duclaux, le rapporteur général des travaux de cette Commission. Ces mesures exigent aussi l'interdiction d'aller jeter au bétoire des débris de toute sorte, et la désinfection obligatoire en cas de maladies. La loi sur la santé publique, actuellement pendante devant la Chambre des Députés et votée par le Sénat, viendra apporter une force nouvelle aux mesures prises par la Ville de Paris.

F. Dienert,

Docteur ès sciences,
Chef du Service local de surveillance
des sources de la Ville de Paris
pour la région de l'Avre
et les sources environnantes.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE¹

I. — GÉNÉRALITÉS. — L'ANATOMIE SEGMENTALE.

Le professeur Louis Bolk, d'Amsterdam, vient de publier une série de travaux fort intéressants sur ce qu'il appelle l'*Anatomie segmentale*². Nous savons, dit-il en substance, que le corps des Vers est, en général, décomposable en une série de segments ou anneaux (métamères, zoonites) tous semblables, et dont chacun représente une sorte d'individu élémentaire dans l'individu complet. Tous les animaux articulés sont bâtis sur le même type, bien que les segments n'aient plus la même uniformité. Nous savons enfin que, chez les Vertébrés, le corps de l'embryon offre d'abord une disposition métamérique analogue très marquée (protovertèbres, chaîne ganglionnaire, etc...). Or, « manifeste ou occulte, le principe de la segmentation existe dans tous nos systèmes, et le corps de l'adulte, si compliqué qu'il soit, n'est pas moins régulièrement segmenté que celui du plus jeune embryon... L'Anatomie segmentale se propose de rechercher quelle part a eue chaque segment en particulier dans sa formation,.... à retrouver dans notre organisation les lignes de démarcation entre les segments. » La disposition métamérique de tel ou tel système anatomique a déjà été étudiée; mais, ce qui caractérise l'œuvre de Bolk, c'est précisément de rechercher les limites *exactes* de ces métamères *chez l'homme*, et cela, comme on va le voir, jusqu'en des points où l'on ne croirait guère d'abord qu'on puisse songer à les établir, jusque dans le squelette des membres par exemple.

Bolk part de cette hypothèse fondamentale que les fibres nerveuses provenant d'une racine rachidienne « restent en connexion avec les muscles dérivés du myotome isomère », se distribuent dans les muscles ou portions de muscles dérivées du segment musculaire primitif de même numéro, nées du même métamère primitif. S'il en est ainsi, il suffira d'abord de suivre chaque branche nerveuse musculaire jusqu'à sa racine originelle, pour savoir à quel métamère il faut rapporter le

muscle ou la portion de muscle qu'elle innerve. C'est un travail que Féré, Herringham... avaient déjà poussé assez loin, et que les méthodes expérimentale (Lannegrâce et Forgues, Sherrington) et anatomo-clinique (Starr, Mills, Thorburn) étaient venues confirmer. C'est un travail que Bolk reprend en détail à l'aide de la seule dissection chez un jeune enfant d'environ trois ans; et, segment par segment, avec la plus grande patience, il dresse ainsi l'inventaire de nos muscles. Chemin faisant, il confirme les lois déjà connues, à savoir, que les troncs nerveux ne sont que des groupements secondaires de fibres d'origines les plus diverses, qu'une racine fournit à plusieurs muscles, et qu'un muscle est généralement divisible en deux ou trois portions (souvent plus) innervées par autant de racines différentes; en un mot, que la distribution des fibres radiculaires est essentiellement segmentaire.

Mais la partie véritablement originale est celle où l'auteur arrive à montrer qu'il existe « une relation segmentale entre les muscles et le squelette des membres »; c'est l'étude de la Sclérozonie. On sait que chacun des membres naît comme une sorte de prolongement latéral d'un groupe de cinq à six métamères successifs, et que ses muscles, dérivés des protovertèbres ou myotomes au voisinage de l'axe rachidien, ne s'éloignent que peu à peu de cet axe, à mesure que le membre grandit. Chaque muscle définitif se forme généralement de fragments empruntés à deux ou trois myotomes différents.

Or, si l'on dessine sur un os les surfaces d'insertion de ces muscles, avec le numéro du myotome correspondant, on s'aperçoit qu'on peut tracer une série de lignes sinuées séparant les surfaces d'insertion des différents myotomes, lignes sensiblement parallèles à l'axe du membre. L'os iliaque, par exemple, se trouve ainsi divisé en une série de zones parallèles, que Bolk appelle les *Sclérozones*, limitées par les lignes d'insertion des faisceaux musculaires dérivés de huit myotomes différents, du 20^e au 27^e, et ces zones sont régulièrement échelonnées d'après leur numéro d'ordre, du bord antérieur au bord postérieur de l'os.

Sur l'omoplate (fig. 1), nous retrouvons six sclérozones analogues (du 3^e au 8^e segment). Sur les os longs, les sclérozones sont de minces bandes, d'inégale largeur, mais limitées par une ligne très régulière; elles sont généralement doubles, chacune d'elles se retrouvant sur la face ventrale et sur la face dorsale de l'os. L'auteur se croit en

¹ Nous ne parlerons plus qu'incidemment de faits embryologiques, une Revue annuelle d'Embryologie devant être donnée par un autre collaborateur.

² L. Bolk : Beziehungen zwischen Skelet, Muskulatur und Nerven der Extremität. *Morphologisches Jahrbuch.*, t. XXI — Die Segmentdifferenzierung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. Série de Mémoires in *Morphologisches Jahrbuch*, 1898, 1899, 1900. — Sur la signification de la Symphydie au point de vue de l'Anatomie segmentale. (Discours prononcé au Cercle des médecins d'Amsterdam). Overdruck uit PETERS CAMPER : *Nederlandsche Bijdragen tot de Anatomie*, 1900.

droit d'en déduire que le système musculaire acquiert ses insertions définitives, ou plutôt ses rapports avec le tissu squelettogène, avant la différenciation des unités musculaires, lorsqu'il est encore sous forme de myotomes, et que vraisemblablement chacun de ceux-ci ne s'attache qu'à la portion du tissu mésenchymateux du squelette dérivée de son propre segment. « Le myotome est isomère de sa sclérozone. »

Ceci permet, par conséquent, d'établir de quel segment prend naissance chacun des éléments constitutifs du squelette d'un membre, et Bolk peut reconstruire, d'après la sclérozone, une esquisse du squelette du membre inférieur où chaque portion d'os se trouve projetée sur la bande segmentaire à laquelle elle doit appartenir d'après sa théorie (fig. 2).

Il n'est rien de tel, pour juger d'une hypothèse nouvelle et un peu audacieuse, que de lui imposer l'explication de quelque fait obscur jusqu'ici. Bolk vient de le faire en tentant l'explication de la sympodie, et la théorie résiste merveilleusement à cette première épreuve.

On sait que les monstres sympodes, ou Sirènes, ont le corps terminé par une sorte de colonne conique : *desinit in piscem*. Cette colonne, due à la soudure des membres inférieurs incomplètement développés, peut être longue, laisser reconnaître à l'état d'ébauches les formes des membres constitutifs, et se terminer par deux pieds réunis seulement par le talon (Dipodes des Allemands, ou Symèles de Geoffroy Saint-Hilaire). Elle peut aussi, la soudure étant plus complète, se terminer par un seul pied à nombre d'orteils très variable (Monopodes, ou Uromèles). Elle peut enfin, la fusion étant encore plus intime, être très courte et terminée en pointe, réduite aux premiers segments d'un membre en apparence unique (Apodes, ou Syrénomèles). On invoque généralement, pour expliquer cette monstruosité, une compression des membres par l'amnios trop étroit, mais cette expli-

cation ne rend pas compte de la symétrie parfaite, et du manque de toute la partie médiane dans le bassin des Apodes.

Pour Bolk, l'origine est tout autre. La sympodie est une anomalie segmentaire. Les différents segments marqués par les protovertèbres) apparaissent successivement d'avant en arrière dans le tronc de l'embryon, et, chez l'homme, il s'en forme trente-six, dont les trois derniers sont destinés à disparaître. Nous avons vu que du 20^e au 27^e ils contribuaient à l'édification du membre inférieur. Or, si l'on imagine que l'apparition de nouveaux segments, ralentie par une cause pathologique à établir, cesse après formation du 23^e, le membre impair, constitué par soudure des deux bourgeons devenus voisins, aura, d'après l'esquisse donnée plus haut, un squelette

identique à celui qu'on trouve chez les Sirènes apodes, c'est-à-dire un bassin d'une seule pièce sans sacrum et sans petit bassin, un fémur unique formé de deux moitiés symétriques fusionnées, et un tronçon de tibia constitué de même. Si l'on suppose la segmentation arrêtée après le 24^e métamère, le squelette sera celui du monopode avec petit nombre d'orteils; après le 25^e, celui du monopode à grand nombre d'orteils; après le 26^e, celui du dipode. Enfin, s'il manque seulement tout ou partie des 27^e, 28^e et 29^e segments, il y aura bien deux membres,

mais absence, ou différenciation incomplète, anormale, des organes génitaux externes, de la vessie et du périnée, qui tirent leur origine de ces segments. Cela explique également leur absence totale chez les Sirènes.

Bolk pense que cette

épreuve est concluante pour sa théorie, et que la genèse métamérique du squelette des membres est définitivement établie. Il est permis d'espérer, en effet, que l'anatomie comparée ne fera que confirmer ces données, uniquement appuyées jusqu'ici sur l'anatomie humaine. Nous ne pouvons quitter l'anatomie segmentaire sans dire quelques mots de la question, toujours très discutée, de la *métamérie nerveuse dans la moelle épinière*.

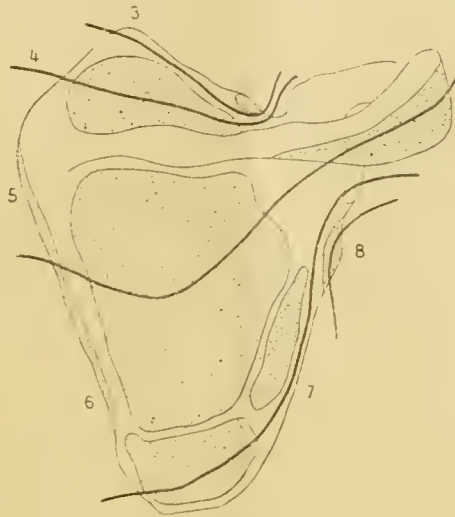


Fig. 1. — Sclérozones de l'omoplate.

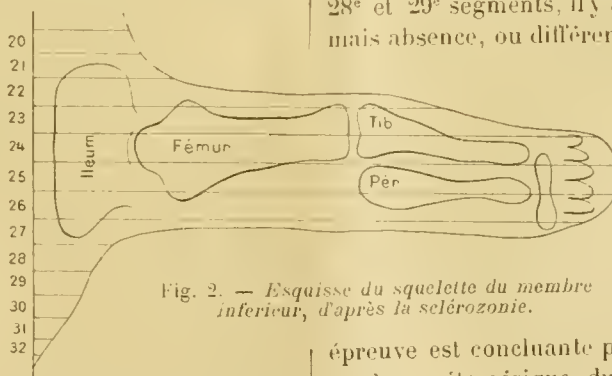


Fig. 2. — Esquisse du squelette du membre inférieur, d'après la sclérozone.

A certains stades du développement, et chez certaines espèces surtout, la moelle épinière peut offrir une série métamérique de renflements ou de groupes cellulaires. Persiste-t-il un vestige de cette segmentation dans le névraxe de l'homme adulte? Les travaux dont nous venons de parler font pressentir qu'une disposition de ce genre peut exister pour la portion motrice.

Mais les recherches sur les localisations motrices dans la moelle sont encore trop peu avancées pour nous fournir des données nettes à ce sujet. Quelques travaux, ceux de Van Gehuchten¹ par exemple, mettent en évidence, dans les renflements cervical et lombaire, des centres d'innervation peu nombreux, qui jusqu'ici semblent correspondre plutôt aux différents segments des membres (cuisse, jambe, pied), qu'aux segments métamériques. On a bien prononcé ici le mot métamère (voir plus loin : Brissaud), mais avec une acception que Van Gehuchten lui-même considère comme inexacte.

Les localisations sensitives ont provoqué, depuis longtemps déjà, des recherches de même ordre, et qui ont fait plus de bruit. Le véritable centre sensitif est le ganglion rachidien, et, par les méthodes expérimentale, anatomique, ou anatomo-clinique, Sherrington, Herringham, Bolk², Allen Starr, etc., ont pu déterminer de façon plus ou moins précise la limite des territoires cutanés (dermatomes, rhizomères) innervés par chaque ganglion, territoires qui, du reste, empiètent réciproquement l'un sur l'autre.

Mais on a voulu aller plus loin. La clinique a montré, dans certaines affections viscérales, l'existence de bandes cutanées segmentaires d'hyperesthésie douloureuse et thermique. Au cours de certaines affections médullaires, telles que la syringomyélie, on a observé aussi assez généralement un aspect segmentaire dans les zones d'anesthésie, partielle ou dissociée, qui caractérisent cette maladie. Dans le zona, l'éruption caractéristique peut revêtir le même aspect. Or, dans tous ces cas, les bandes segmentaires ne correspondent ni à la distribution des nerfs, ni aux zones rhizomériques. Head en Angleterre (1893-96), Brissaud³ en France ont été amenés, par l'étude de ces cas, à admettre dans la moelle sensitive l'existence d'unités segmentaires dont la lésion ou l'excitation seraient mises en évidence par l'apparition de ces zones cutanées. Constensoux⁴ donne un exposé de l'état actuel de

la question, et y ajoute un certain nombre d'observations personnelles. C'est avec raison, croyons-nous, qu'il insiste sur ce point : quelque séduisantes que soient ces théories, il faut bien se garder de les considérer actuellement comme vérités anatomiques démontrées. Les zones dites myélomériques de la peau, ou *myélomères* (Head), paraissent bien correspondre à des localisations sensitives médullaires, puisqu'elles ont des caractères différents des zones rhizomériques, puisque, par exemple, elles n'empiètent jamais les unes sur les autres. Mais il nous est difficile de comprendre, à l'heure actuelle, la nature exacte de ces localisations, et jamais encore on n'a déterminé dans la moelle les limites de noyaux sensitifs. De plus, les symptômes qui ont servi à tracer les limites des myélomères sont encore bien incomplètement étudiés, et correspondent rarement à des lésions médullaires pures. Si bien que Head et Brissaud ne s'accordent aucunement sur ces limites, aux membres notamment. Ici, en effet, pour expliquer certaines lésions en gants, en manchettes, en manches, Brissaud admet que chaque membre « comme un nouvel être, comme une branche entée sur le tronc principal », possède une segmentation propre, qu'il appelle *métamérie secondaire*. Les membres seraient « constitués par des métamères de métamères (Houssay) », et leur axe nerveux, bien que rudimentaire, aplati (au niveau des renflements dorsal et lombaire), serait de même décomposable en segments nerveux autonomes. Quel que soit l'avenir de cette dernière conception, il est à peu près certain qu'elle est appelée à changer de forme, et surtout de nom, tellement le mot métamère se trouve ainsi dévié de sa signification primitive.

II. — TISSUS ET SYSTÈMES.

§ 1. — Les glandes. Différenciation protoplasmique dans les cellules sécrétantes et mécanisme de l'élaboration.

De nombreux auteurs ont récemment étudié la cellule sécrétante des glandes, particulièrement des glandes séreuses, et, plus on l'étudie, plus paraissent complexes sa structure et le mécanisme de l'élaboration sécrétoire. Nous sommes déjà loin du temps où l'on se contentait de dire de son protoplasme (ou cytoplasme) qu'il était finement ou grossièrement granuleux. Très souvent, dans la cellule séreuse, le produit élaboré s'accumule sous forme de *grains de sécrétion* isolables, de réactions chimiques très variées; très souvent, en outre, au stade qui précède immédiatement l'élaboration de ce produit, on voit apparaître dans le protoplasme des portions différenciées sous forme lamelleuse, filamenteuse, etc..., de réactions spé-

¹ VAN GEHUCHTEN et DE BUCH : *Revue neurologique et Journal de Neurologie*, 1898. — VAN GEHUCHTEN et NELIS : La localisation motrice médullaire est une localisation segmentaire. *Journal de Neurologie*, 1899.

² Dans le travail déjà cité : *Segmentierung...*

³ BRISSAUD : Leçons sur les maladies nerveuses, 2^e S^{ie} 1899, et articles divers in *Presse et Semaine médicale*, 1896 à 1901.

⁴ CONSTENSOUX : L'étude sur la métamérie du système nerveux et les localisations métamériques. *Thèse de Paris*, 1900.

ciales, et qui jouent manifestement un rôle actif dans les transformations chimiques dont la cellule est à ce moment le siège.

Depuis longtemps déjà, on avait signalé des stries à la base de certaines cellules sécrétantes (rein, pancréas), et Heidenhain avait pu même isoler des sortes de bâtonnets correspondant à ces stries. Plusieurs auteurs avaient, depuis, décrit plus complètement ces filaments, Eberth et K. Muller, notamment (1892) dans le pancréas. D'après eux, ils s'enrouleraient et se fusionneraient pour former les *corpuscules paranucléaires* (*paramuclei, noyaux accessoires, Nebenkerne*), sans paraître jouer un rôle dans le processus de la sécrétion. Parmi ces auteurs, il faut encore rappeler tout particulièrement Altman, qui a décrit et figuré avec la plus grande netteté, dans le pancréas et les glandes salivaires notamment, des filaments parfaitement limités auxquels il attribue le rôle capital dans l'élaboration définitive des grains de sécrétion. Les vues théoriques particulières de cet auteur sur la constitution générale du protoplasma avaient jeté un certain discrédit sur ses descriptions; mais Muret a revu et figuré depuis, dans le pancréas, moins nettement il est vrai, ces filaments « *prézymogènes* ». Enfin, B. Solger (1894-96) avait attiré l'attention sur la présence de « *filaments basaux* » dans la glande sous-maxillaire de l'homme.

Ce sont ces formations qui viennent de provoquer tout récemment de nombreuses recherches. Ch. Garnier¹, élève de Prenant, les étudia d'abord sommairement, et, convaincu de leur rôle capital dans l'acte sécrétoire, il leur donna, d'accord avec M. et P. Bouin², qui en trouvaient d'analogues dans certaines cellules végétales, le nom de *formations ergastoplasmiques*, ou d'*ergastoplasme*, c'est-à-dire de plasma élaborateur par excellence. Prenant³ a développé cette idée dans un travail dont nous avons déjà parlé ici, et décrit l'ergastoplasme parmi les variétés de protoplasma supérieur douées d'une activité spéciale. Enfin, Ch. Garnier a repris plus récemment le sujet en détail. Pour lui, l'ergastoplasme se présente très généralement sous l'aspect filamenteux, mais peut affecter d'autres formes (sphérules, par exemple). Admettant la théorie de

la constitution réticulaire du protoplasma, il considère les filaments ergastoplasmiques comme des portions différenciées de ce réseau, restées en continuité avec lui, mais épaissies, et ayant une élection particulière pour les couleurs basiques d'aniline (violet de gentiane notamment), dans les colorations combinées. Ils tendent à se ramasser vers la base de la cellule, autour du noyau, de préférence au-dessous de lui, donnant souvent « l'idée d'une corbeille qui contient à son intérieur la sphère nucléaire », formant souvent aussi « un véritable feutrage de fibrilles chromatiques », qui remplissent la zone basale de la cellule, et lui donnent un aspect foncé et strié caractéristique. Dans toutes les glandes étudiées (parotide, sous-maxillaire, lacrymale, glandes de la base de la langue, pancréas), et chez plusieurs espèces animales (homme, chien, chat, hérisson, cobaye, rat), Ch. Garnier retrouve les mêmes formations avec des caractères anatomiques; mais elles sont particulièrement développées dans les glandes salivaires séreuses du rat, dans la sous-maxillaire de l'homme, et dans le pancréas de la salamandre.

Suivant la glande aux différentes phases de son activité, Garnier montre que l'ergastoplasme abonde au moment où la cellule vient d'excréter son matériel de sécrétion et recommence à l'élaborer de nouveau, qu'il diminue, jusqu'à disparaître parfois, quand la cellule est rechargée de grains. Il en conclut au rôle actif de ce plasma particulier dans l'élaboration, mais sans trouver de relations directes entre lui et les grains.

Ces observations ne sont pas isolées. Erik Muller⁴ décrit et figure dans les glandes salivaires des filaments analogues, mais plus nettement limités, à la manière d'Altman. Il dit seulement qu'ils augmentent de nombre quand l'activité de la cellule est exagérée, après pilocarpinisation par exemple. Giannelli⁵, dans la cellule pancréatique, voit à la base une substance « prézymogène », divisible en massettes allongées qu'il figure très semblables aux corpuscules de Nissl de la cellule nerveuse. Hans Held⁶, dans les salivaires, retrouve les « filaments végétatifs d'Altman », mais n'admet pas qu'ils représentent un stade dans la formation de la sécrétion. Zimmermann⁷, dans la glande lacrymale, le pancréas, trouve les stries basales, mais les considère comme l'expression de systèmes de lamelles parallèles, et non de filaments. Mathews, dans le

¹ CH. GARNIER : Les filaments basaux des cellules glandulaires. *Bibliographie anatomique*, 1897. — Contribution à l'étude de la structure et du fonctionnement des cellules glandulaires séreuses. *Thèse Nancy*, 1899 et *Journal de l'Anatomie*, 1900. — Considérations générales sur l'ergastoplasme, protoplasme supérieur des cellules glandulaires... *Journal de Physiol. et Path. gén.*, 1900.

² M. et P. BOUIN : Sur la présence de filaments particuliers dans le protoplasme de la cellule embryonnaire des Liliacées. *Bibliographie anatomique*, 1898, et *Archives d'Anatomie microscopique*, 1899.

³ PRENANT : Sur le protoplasma supérieur. *Journal de l'Anatomie*, 1899.

⁴ ERIK MULLER : Drüsenstudien. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1898.

⁵ GIANNELLI : Ricerche macroscopiche e microscopiche sul pancreas. *Siema*, 1898.

⁶ HANS HELD : Beobachtungen am tierischen Protoplasma. *Archives de Schulze*, 1899.

⁷ ZIMMERMANN : Beiträge zur Kenntniss einiger Drüsen und Epithelien. *Archives de Schulze*, 1898.

pancréas¹, considère tout le cytoplasme de la zone basale comme fibrillaire, et le ligule comme à peu près uniquement constitué par un buisson serré de très longs filaments lisses, légèrement sinueux, dirigés pour la plupart dans le sens de l'axe de l'élément. Il constate l'augmentation manifeste de la zone filamenteuse de la cellule après l'excrétion, et la « dégénérescence » des filaments à mesure qu'apparaissent les grains de zymogène. Ceux-ci naîtraient donc comme des « produits de décomposition des filaments ». Enfin, Michaelis², par le vert Janus, arrive à colorer exclusivement, *sur la cellule vivante*, dans les glandes salivaires et le pancréas, des filaments courts sur la nature desquels il ne se prononce pas, mais qu'il rapproche plutôt de ceux décrits par Altman que des filaments basaux de Solger. Dans d'autres glandes encore, on a retrouvé des formations analogues.

Ainsi, dans les cellules principales des glandes du fond de l'estomac, Zimmermann³ a décrit, à la base, les mêmes lamelles que dans le pancréas. Bensley⁴ y voit un cytoplasme très coloré, vaguement fibrillaire, qu'il considère comme du « prozymogène », et Cade⁵ y retrouve l'ergastoplasme de Garnier. L'un et l'autre observent aux différents stades fonctionnels des variations analogues à celles décrites plus haut. Cade montre, après certaines lésions, et pendant l'hibernation, c'est-à-dire pendant le repos absolu des glandes, la disparition parallèle de l'ergastoplasme et des grains de sécrétion. Théohari⁶ y distingue des filaments basophiles plus nettement limités, et d'autres décomposables parfois en un chapelet de fines granulations neutrophiles, qui, en grossissant, seraient destinées à constituer les grains de sécrétion pepsinogènes. Quand filaments et grains sont bien développés, la muqueuse gastrique offre un pouvoir digestif intense. L'ingestion d'iodure de potassium, qui amène leur disparition, supprime en même temps ce pouvoir digestif⁷. W. Carlier⁸ donne une description se rapprochant de celle de Bensley.

Ainsi, encore Théohari⁹ rapproche de l'ergasto-

plasme le réseau cytoplasmique à larges mailles allongées et granulations nodales qu'il trouve dans la cellule rénale, et fait de son existence la condition essentielle de l'intégrité de la fonction sécrétoire.

Tous ces travaux mettent donc en évidence l'existence, dans le cytoplasme des cellules sécrétantes, de portions différenciées qui semblent jouer un rôle dans l'élaboration. Mais il existe encore un certain désaccord dans la façon de comprendre le rôle et la structure de ces portions.

Si, pour quelques-uns, l'ergastoplasme est constitué par des filaments nettement limités, bien individualisés (Altman), pour d'autres (Garnier), ces filaments ont un certain flou, et se perdent dans un réseau cytoplasmique. Pour Giannelli, ce sont des massettes; pour Zimmerman, ce sont des lamelles; pour Bensley, c'est une masse vaguement striée; enfin, Cade emploie le mot ergastoplasme comme synonyme de zone basale de la cellule en bloc, pourvu que celle-ci soit vaguement striée et vivement colorable. Le concept tend donc à perdre de sa netteté.

L'emploi, sur la cellule pancréatique et salivaire, de la dissociation à l'acide osmique, de la fixation aux mélanges chromo-acéto-osmiques forts, suivie de coloration à l'hématoxyline au fer, nous a permis¹ de mettre en relief, dans le protoplasma de ces éléments, et plus particulièrement à la base, un certain nombre de filaments sinueux ou vermicules, de bâtonnets ou de grains à peine allongés, peu serrés, assez généralement parallèles à l'axe cellulaire, et dont le nombre augmente pendant la période d'élaboration, surtout si l'activité glandulaire est surexcitée par une injection de pilocarpine. Ces filaments ou bâtonnets sont très nettement limités, parfois isolables dans les dissociations, colorables sur la glande vivante par le vert Janus, tout à fait analogues, par conséquent, à ceux décrits par Altman, Erik Muller, Michaelis. Comme ces auteurs, nous les voyons se détacher sur un protoplasma d'aspect homogène, et dont rien ne nous révèle la constitution réticulaire. Nous croyons donc qu'il faut admettre l'existence de l'ergastoplasme et l'importance de son rôle dans l'élaboration du produit de sécrétion, rôle assez oublié depuis Altman, malgré la tentative de Mouret, et que l'École de Nancy a remis en lumière. Mais il y a lieu de se demander si les trainées figurées par Garnier sont toujours identiques aux filaments que nous voyons. Nous ne le croyons pas. Le cytoplasme basal de la cellule nous apparaît souvent

¹ A. MATHEWS : The changes in structure of the pancreas cell. *Journal of Morphology*, 1899.

² L. MICHAELIS : Die vitale Färbung, eine Darstellungsmethode der Zellgranula. *Archives de Schulze*, 1900.

³ ZIMMERMANN : *loco citato*.

⁴ BENSLEY : The structure of the mammalian gastric glands. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 1898-1899.

⁵ CADE : Étude de la constitution histologique normale et de quelques variations fonctionnelles et expérimentales des éléments sécréteurs des glandes gastriques. *Archives d'Anatomie microscopique*, 1901.

⁶ THÉOHARI : Étude sur la structure fine des cellules de l'estomac... *Archives d'Anatomie microscopique*, 1899-1900.

⁷ THÉOHARI et VAYAS : *C. R. de la Société de Biologie*, 1900.

⁸ W. CARLIER : Changes that occur in some cells of the Newts stomach during digestion. *La Cellule*, 1899.

⁹ THÉOHARI : Étude sur la structure fine de l'épithélium des tubes contournés du rein. *Journal de l'Anatomie*, 1900.

¹ Livre Jubilaire de la Société de Biologie, 1899, et XIII^e Congrès International de Médecine. Section d'Histologie, 1900 (Sur les paraucles et le mécanisme de l'élaboration dans la cellule pancréatique de la Salamandre.)

lamelleux, et c'est parfois dans l'épaisseur même de ces lamelles que nous apercevons les filaments nettement limités et vivement colorés. D'autres réactifs fixateurs nous les montrent plus estompés, comme dans les dessins de Garnier, ne laissant plus bien distinguer ce qui est filament, ce qui est lamelle, ce qui est rétraction causée par le réactif. Nous pouvons donc parfois désigner par le même mot des choses différentes. Pour l'éviter, peut-être serait-il préférable de comprendre sous la dénomination d'*ergastoplasme*, qui tend à devenir chaque jour plus vague, l'ensemble du plasma élaborateur, c'est-à-dire toute la portion du cytoplasme, comprenant parfois la zone basale entière, qui a subi des modifications spéciales en vue de l'élaboration. On réserverait alors un nom particulier aux bâtonnets ou filaments nettement différenciés, ayant des réactions spéciales sur le vivant, le nom d'*ergastidions* par exemple (diminutif de *εργαστης*, ouvrier), pour utiliser le même radical. Ces ergastidions, hémateinophiles, sont pour nous l'agent par excellence de l'élaboration, car ils deviennent moniliformes, et dans chacun de leurs renflements (tardivement égrenés) naît un grain de sécrétion safranophile.

Si nous n'avons point parlé jusqu'ici de l'origine première des différenciations ergastoplasmiques, c'est parce que cette question est liée à une autre fort importante et dont il nous reste à parler : celle de la *participation du noyau* à l'acte sécrétoire. Il y a longtemps que cette participation est soupçonnée, démontrée même, pour certaines glandes. En ce qui concerne les glandes séreuses, Ogata est un des premiers qui aient cherché à en expliquer le mécanisme. On sait que, pour lui, dans le pancréas, à chaque nouvelle sécrétion se développe dans le noyau un nouveau nucléole, ou plasmosome, qui en sort par effraction, devient de ce fait un corpuscule paranucléaire (noyau accessoire, *Nebenkernel*), et se segmente aussitôt en granules, qui ne sont autre chose que les grains de zymogène. Cette conception était par trop simple, et on dut bientôt l'abandonner. Mais de nombreuses autres tentatives furent faites. Quand l'attention se porta sur l'ergastoplasme, on tendit bientôt de divers côtés à le considérer comme un intermédiaire nécessaire entre le noyau et le matériel de sécrétion, destiné à porter à ce dernier certains éléments chimiques que le premier seul possède.

Ainsi, Ch. Garnier¹, Prenant le considèrent comme un « intermédiaire entre les matériaux plasmiques et nucléaires », un agent spécialisé pour les transformations chimiques comme le kinasme pour le mouvement. Avant l'élaboration, dit Garnier, « le noyau augmente de volume, puis

son ou ses nucléoles plasmiques s'hypertrophient, et finalement cèdent de leur substance chromatique par diffusion à l'intérieur du suc nucléaire » ; la chromatine, s'en imprégnant, devient safranophile à son tour. Les filaments basaux se rapprochent du noyau et leur basophilie augmente, « car le noyau peu à peu leur cède sa substance chromatique, par exosmose vraisemblablement. » Souvent, les filaments viennent « s'insérer, pour ainsi dire », sur le noyau ; « ils drainent alors les produits nucléaires au profit du cytoplasme ». Souvent, le noyau commence par subir la division directe ou amitose, et l'une des deux sphérules résultantes disparaît complètement dans le processus d'élaboration. Mathews rattache encore plus directement l'ergastoplasme au noyau. Pour lui, en effet, chacun des filaments dérive de ce dernier ; on le voit naître à l'intérieur même d'une des massettes de chromatine périphériques qui le sécrète. La véritable substance élaboratrice serait la chromatine nucléaire ; le filament ne formerait ensuite le matériel de sécrétion que par une sorte de dégénération. Cade, au contraire, ne croit pas à une intervention aussi directe du noyau ; la chromatine constituerait plutôt, pour lui, un matériel de réserve où le cytoplasme puiserait, pendant le travail de « ségrégation », les substances nécessaires à sa régénération et à un déploiement plus intense de son activité. Il constate la présence d'amitoses et de Caryolyses, c'est-à-dire de destruction de noyaux au sein du cytoplasme auquel ils apportent leur substance.

Entin, Macallum¹ (cellule pancréatique), et, à sa suite, Bensley (cellule stomacale) ont constaté dans l'ergastoplasme, ou « prozymogène », comme ils l'appellent, la présence d'une certaine quantité de fer organique larvé, qui proviendrait de la chromatine nucléaire.

Quant aux corpuscules paranucléaires, que l'on voit souvent apparaître et disparaître au cours du processus sécrétoire dans les cellules pancréatiques et salivaires, disons seulement que, pour Garnier, Mathews, qui les ont particulièrement observés, ce ne sont que de simples agglomérations tout à fait secondaires de filaments ergastoplasmiques enroulés. Pourtant, d'après Garnier, ces filaments peuvent, en outre, se fusionner, et, d'autre part, à côté des paranucléi d'origine cytoplasmique, il en existe d'origine nucléaire (noyaux dégénérés après amitose) ou mixte. Pour lui, ce sont des résidus de la dernière élaboration qui seront utilisés lors de la sécrétion prochaine.

Les changements de volume et de colorabilité du noyau, la production évidente, à certaines phases de la sécrétion, de chromatine nouvelle, puis de

¹ Mêmes Mémoires pour tous les auteurs cités.

¹ MACALLUM : *Journal of Physiology*, 1897.

nucléoles aux dépens de celle-ci, ne nous laissent pas de doute sur la participation du noyau à l'élaboration du produit de sécrétion. Mais nous ne croyons pas, dans le pancréas tout au moins, à une relation directe entre le noyau et le filament d'ergastoplasme (ergastidion). Au contact du noyau, directement ou par l'intermédiaire de paranuclei, paraissent se former à chaque sécrétion de nouvelles lamelles cytoplasmiques, qui tirent évidemment une partie au moins de leur substance de la sphère nucléaire. C'est dans ces lamelles seulement, déjà fusionnées ou encore distinctes, que nous voyons s'individualiser les ergastidions, généralement sous la forme de vermicules. Les paranuclei, quand ils existent, nous semblent donc, comme l'admettait Platner notamment, être des intermédiaires entre le noyau et le cytoplasme, portant au second des substances dérivées de la chromatine. Ils peuvent se former de façons très diverses. Ainsi, chez le chien, nous constatons, comme Garnier, de véritables amitoses limitées au noyau; l'un des nouveaux noyaux étant destiné à dégénérer, et revêtant à un moment donné, mais de façon peu nette, l'aspect de paranucleus. Chez la salamandre, cette forme ne s'observe que rarement. Le plus souvent, la division du noyau est très inégale, et, comme l'avait vu Platner, comme nous l'avions constaté depuis longtemps chez la truite, il ne s'en détache qu'une sorte de bourgeon ou de croissant. Tantôt, comme l'a décrit ailleurs Vigier, un nucléole seul, ou presque seul, paraît s'en dégager, au fond d'une sorte d'encoche.

Mais ce n'est pas ici le lieu de développer ces idées. Mentionnons simplement que, dans d'autres glandes où ne semble pas intervenir l'ergastoplasme, plusieurs auteurs ont récemment signalé de nouveaux faits de participation du noyau à la formation du matériel de sécrétion. Ainsi Henry¹, dans les cellules de l'épididyme, montre les noyaux se multipliant par amitose, et croit qu'ils forment directement, par mise en liberté des nucléoles, une partie des « boules safranophiles » qui constituent le produit de sécrétion. Ainsi, dans les cellules des glandes à venin de la salamandre, M^{me} Phisalix-Picot² décrit la formation directe des grains de venin dans l'intérieur du noyau, aux dépens de la chromatine, tandis que P. Vigier³, dans celles du triton, voit simplement les nucléoles excréter d'énormes vacuoles qui viennent s'ouvrir dans le

cytoplasme pour lui apporter les matériaux nécessaires à l'élaboration.

L'étude de tous ces phénomènes est très difficile, et il est évidemment nécessaire que les faits observés soient confirmés par plusieurs observateurs avant d'être définitivement admis: mais il paraît certain, dès maintenant, que le noyau joue un rôle bien manifeste dans la fonction sécrétoire de beaucoup de cellules, et que les modes de son activité, les aspects morphologiques sous lesquels elle se manifeste, peuvent être très variés.

§ 2. — La graisse dans les tissus autres que l'adipeux.

Le tissu adipeux a pour mission spéciale de constituer une réserve de graisse où l'organisme puise quand les circonstances de sa nutrition l'exigent, mais on sait que d'autres éléments peuvent en fabriquer, pour leurs besoins ou dans d'autres buts. Voici quelques exemples nouveaux ou plus complètement étudiés.

Bonne¹ étudie les grosses gouttelettes graisseuses qui s'accumulent, pendant l'engourdissement hibernant, chez la grenouille, dans les ganglions rachidiens (Morat), pour disparaître progressivement au printemps. Chaque gouttelette est logée, non pas dans la cellule nerveuse, comme on serait tout d'abord tenté de le croire, mais dans une des cellules conjonctives de sa capsule. Cette cellule, devenue globuleuse, déprime à la périphérie l'élément nerveux. Ces gouttelettes constituent « évidemment des matériaux de réserve destinés à être lentement consommés », mais « la cellule nerveuse est trop hautement différenciée pour se charger elle-même du double courant d'apport et de consommation. » (Bonne).

Sacerdotti² insiste sur ce fait que, dans la cellule cartilagineuse, la graisse se rencontre de façon normale, à peu près constante, et n'est pas, comme on le croit souvent à tort, une production sénile. Ce qui le montre bien, c'est son abondance chez les rongeurs jeunes, et particulièrement chez le lapin. Chez cet animal, il en existe dès la naissance dans les cellules les plus périphériques des cartilages costaux. Elle envahit bientôt toute leur épaisseur, et forme dans chaque élément une énorme gouttelette, qui le remplit presque en entier, refoulant et aplatissant le noyau, comme dans la cellule adipeuse. Cette graisse n'est pas une réserve utilisable par l'ensemble de l'organisme, car elle ne diminue pas dans l'inanition. Ce serait, pour l'auteur, une réserve individuelle de la cellule,

¹ HENRY : Etude histologique de la fonction sécrétoire de l'épididyme chez les Vertébrés supérieurs. *Archives d'Anatomie microscopique*, t. III, 1899-1900.

² M^{me} PHISALIX-PICOT : Les glandes à venin de la Salamandre terrestre. Thèse, Paris, et XIII^e Congrès international de Médecine (Section d'Histologie), 1900.

³ P. VIGIER : Le nucléole dans les glandes à venin du Triton. Même Congrès, 1900, et Le Nucléole. Thèse Paris, 1900.

¹ BONNE : *Société de Biologie*, 1901, et *Province médicale*, 1901.

² G. SACERDOTTI : *Archives de Virchow*, t. CLIX, 1900.

s'accumulant par une sorte d'infiltration à l'état dissous, ayant peu de tendance à disparaître, parce que la cellule consomme peu, dépense très peu d'énergie. L'absence de nerfs, l'impossibilité pour la cellule cartilagineuse d'entrer en relations directes par voie réflexe avec les autres éléments de l'organisme, rendraient cette graisse inutilisable pour ces éléments dans l'inanition.

Rappelons enfin que, dans la cellule glandulaire séreuse, semblable accumulation de graisse peut avoir lieu, moins abondante, mais assez marquée pourtant, et semble servir également de réserve individuelle¹. Elle se produit chez la salamandre (pancréas) quand la cellule, étant chargée de grains de sécrétion, prête à fonctionner, le jeûne se prolonge un certain nombre de jours. Dans ce cas aussi, il semble que la cellule, continuant à recevoir du sang des matériaux en excès, n'a plus qu'à les auser.

§ 3. — Les Clasmatoocytes.

Voici longtemps déjà que le Professeur Ranvier a décrit, pour la première fois, mais sans la figurer, la nouvelle variété de cellules auxquelles il a donné le nom de clasmatoocytes. Pourtant, certains auteurs ne les admettent point ou les passent sous silence; d'autres continuent à les confondre avec les cellules conjonctives. Aussi Ranvier revient aujourd'hui sur ce sujet² en accompagnant ses descriptions de nombreuses et belles figures. C'est dans le mésenchyme du triton crêté que le clasmatoocyte doit être observé tout d'abord. Il y acquiert des dimensions colossales et l'aspect étoilé caractéristique, avec larges prolongements dendritiques jamais anastomosés, irréguliers, moniliformes, chargés de nombreuses granulations très réfringentes, et très colorables par le violet de méthyle 5 B. Ce sont ces prolongements qui s'égrènent pour mettre en liberté les granules, vraisemblablement employés à la nutrition du tissu. Le corps et le noyau persistent, et semblent pouvoir recommencer une nouvelle évolution. C'est une sorte de glande unicellulaire mérocrine. La forme fondamentale des clasmatoocytes est globuleuse; c'est sous cet état qu'on les rencontre dans la lymphe péritonéale; leur forme dans un tissu « résulte de l'action des éléments qui les avoisinent, résistance ou irritation. » On les retrouve facilement, mais moins nets, dans la membrane d'enveloppe du sac péri-œsophagien de la grenouille, dans le grand épiploon du lapin. Dans les régions très ajourées, réticulées, du grand épiploon du cobaye, les cellules conjonctives fixes sont absentes, ou plutôt uniquement représentées

par l'endothélium. Tous les éléments inclus dans les travées du réseau sont des clasmatoocytes.

Injectez quelques gouttes de nitrate d'argent dans la cavité péritonéale d'un lapin; vingt-quatre heures après, tous les clasmatoocytes du grand épiploon auront fait retour plus ou moins accusé à la forme de leucocytes ordinaires. Faites la même expérience avec le cobaye; quarante-huit heures après, tous les clasmatoocytes, par conséquent toutes les cellules fixes des régions réticulées, auront disparu et seront remplacés par des leucocytes; du septième au huitième jour, ils reparaitront. Injectez, dans la même cavité, de la poudre de vermillon que les globules blancs accaparent avec tant de facilité; vous constaterez qu'au bout d'un jour, les leucocytes de la sérosité péritonéale et quelques-uns des clasmatoocytes de l'épiploon contiennent du vermillon, qu'au bout de quatre jours beaucoup en ont. De tous ces faits et d'autres bien connus (formation de clasmatoocytes *in vitro*), Ranvier se croit en droit de conclure que les clasmatoocytes ne sont autre chose qu'une variété de leucocytes. Ils ont perdu la propriété de se mouvoir pour acquérir celle d'élaborer des substances nutritives: ils peuvent au besoin reprendre leur forme première de leucocytes errants, contribuer aussi à la formation du pus lors de l'inflammation. Les *Mastzellen* (ou cellules engraisantes) d'Ehrlich sont une variété de clasmatoocytes.

D'après Jolly¹, qui a particulièrement étudié ce point, c'est seulement chez les Amphibiens que clasmatoocytes et *Mastzellen* offrent les mêmes réactions et ont une évidente parenté. Dans le grand épiploon des Mammifères au contraire, on trouverait côte à côte, sous forme d'éléments parfaitement distincts, clasmatoocytes, *Mastzellen* et *Plasmazellen* d'Unna.

Stassano et Haas², de leur côté, ont observé, d'une part, l'augmentation de nombre des clasmatoocytes et de leurs granulations en réchauffant et nourrissant la grenouille d'hiver; d'autre part, une diminution considérable du nombre de leurs granulations après deux mois de jeûne et de refroidissement dans la glace. Cette expérience vient donc à l'appui de la théorie de Ranvier, et de celle d'Ehrlich sur les cellules granuleuses en général: ce seraient des éléments amassant une réserve de matériaux nutritifs probablement albuminoïdes.

Enfin, M^{me} Phisalix³ signale la grande abondance des clasmatoocytes dans le derme des salamandres, où ils forment un véritable feutrage, et acquièrent des dimensions énormes.

¹ CH. GARNIER : *C. R. de la Société de Biologie*, 1900, et nous-même, dans le même recueil.

² RANVIER : Des clasmatoocytes. *Archives d'Anatomie microscopique*, I, III, 1899-1900.

¹ JOLLY : *C. R. de la Société de Biologie*, 1900, et *Association des Anatomistes*, 1901.

² STASSANO ET HAAS : *C. R. de la Société de Biologie*, 1900.

³ M^{me} PHISALIX : *C. R. de la Société de Biologie*, 1900.

III. — APPAREIL CIRCULATOIRE.

§ 1. — Le canal artériel.

Le canal artériel, ce vaisseau qui, chez le fœtus et le nouveau-né, unit l'artère pulmonaire à l'aorte, était encore peu étudié. Gérard¹ vient d'en faire l'objet d'une monographie très complète. S'appuyant sur de très nombreuses observations personnelles, il en précise la direction, les dimensions et la situation exacte, ainsi que la topographie de toute la région voisine chez le nouveau-né. Il montre qu'avant la naissance, le diamètre du canal artériel est égal, sinon supérieur, à celui des branches pulmonaires droite et gauche. Au point de vue histologique, le canal appartient aux artères du type musculaire. L'oblitération physiologique commence dès l'établissement de la respiration pulmonaire. Mais, longtemps encore, le canal reste perméable aux injections. L'oblitération histologique commence dès les premiers jours, mais progresse lentement « et est assez rarement définitive avant le quarantième jour ». La tunique interne prolifère, en un point de son pourtour particulièrement, et forme une saillie qui, peu à peu, vient oblitérer complètement la lumière. C'est assez tardivement (fin de la première année) qu'a lieu l'accroissement, la soudure qui supprime définitivement celle-ci; et pendant plusieurs années encore, dans le ligament artériel, reste du canal atrophié, on trouve des vestiges des différentes tuniques de celui-ci.

§ 2. — Les veinules de la rate.

On sait que les veinules de la rate ont pour unique paroi, chez les Mammifères, une simple assise de fines fibres annulaires espacées, réunies par des anastomoses en une sorte de treillis, sur lequel reposent directement les cellules endothéliales, allongées selon l'axe du vaisseau.

Avec Henle, Frey, on avait considéré jusqu'ici ces fibres comme de simples trabécules du réticulum splénique ayant une orientation particulière. D'après von Ebner², ce seraient, au contraire, de véritables fibres élastiques, reconnaissables à leur réfringence et à leur colorabilité par l'orcéine. Elles seraient incluses dans une membrane continue de même nature, excessivement fine, qui les réunit toutes entre elles. Schumacher³ confirme la description de von Ebner, non seulement chez l'homme, mais chez plusieurs autres Mammifères (marmotte, singe, émeu, lapin, rat, cobaye.

chauve-souris, chien) : pourtant, il ne retrouve qu'avec difficulté la fine membrane continue, sauf chez la marmotte, et fait des réserves sur l'imperméabilité des parois veineuses. Hœhl⁴ fait remarquer que les fibres en question ne se teignent que difficilement par l'orcéine, et dans certaines conditions seulement. Par l'ensemble de leurs réactions colorées et leur résistance à la digestion par la pancréatine, elles se rapprocheraient plutôt des fibres conjonctives ordinaires collagènes. Hoyer⁵ fait les mêmes réserves à propos des réactifs colorants. S'appuyant sur le développement, il croit pouvoir revenir à l'ancienne conception : les fibres annulaires sont des trabécules du réseau orientées. Il montre que cette orientation ne s'établit que peu à peu dans la rate du nouveau-né (à mesure que s'élargissent les veines), grâce à une sorte d'étirement transversal des mailles. Adaptées à une fonction nouvelle, obligées de suivre le mouvement d'expansion du vaisseau, ces trabécules, simples prolongements cellulaires densifiés, peuvent alors subir une modification chimique. Elles s'impréneraient d'élastine ou d'une substance voisine, et prendraient des propriétés qui les rapprochent des fibres élastiques. Cette manière de voir, qui s'accorde parfaitement, en somme, avec les observations de von Ebner, nous paraît être la plus rationnelle. Ainsi s'expliquent l'épaisseur plus grande, la réfringence, la colorabilité et l'aspect particulier de ces travées annulaires, toutes choses faciles à vérifier, et qui avaient déjà attiré l'attention. C'est, sans doute, un processus analogue qui serait capable d'amener, dans les ganglions lymphatiques, la transformation élastique du réticulum décrite par Retterer⁶. Quant à la fine membrane unissant de von Ebner, Hoyer ne l'a pas retrouvée, et son existence reste encore un peu douteuse. Pourtant, plus récemment, Weidenreich⁷ la décrit de nouveau, tout en y admettant par place des stomates arrondis; en ce qui concerne les fibres circulaires, il partage, en somme, l'opinion de Hoyer.

IV. — APPAREIL RESPIRATOIRE.

L'INNERVATION DU DIAPHRAGME.

L'innervation du diaphragme n'est pas exclusivement réservée au nerf phrénique. Depuis longtemps, Luschka a signalé l'intervention de filets provenant des nerfs intercostaux; mais cette des-

¹ GERARD : Ueber die Natur der circulären Fasern der capillaren Milzvenen. *Anatomischer Anzeiger*, t. XVII, 1900.

² H. HOYER : Zur Histologie der capillaren Venen in der Milz. *Anatomischer Anzeiger*, t. XVII, 1900.

³ RETTERER : Développement et évolution des ganglions lymphatiques. *C. R. de la Société de Biologie*, 1900.

⁴ WEIDENREICH : Das Gefäßsystem der menschlichen Milz. *Archives de Schulze*, t. LVIII, 1901.

¹ GERARD : I. Le canal artériel; II. De l'oblitération du canal artériel. *Journal de l'Anatomie*, 1900.

² VON EBNER : Ueber die Wand der capillaren Milzvenen. *Anatomischer Anzeiger*, t. XV, 1899.

³ S. VON SCHUMACHER : Das elastische Gewebe der Milz. *Archives de Schulze*, t. LV, 1900.

cription, celle plus récente de Pausini, avaient été presque complètement oubliées. Cavalé¹ reprend cette étude et l'élargit, en s'appuyant sur l'Anatomie et la Physiologie comparées.

Au cours de l'évolution phylogénétique des Vertébrés, l'innervation du diaphragme s'est établie en trois étapes successives. A la première (Vertébrés inférieurs), le muscle encore rudimentaire est uniquement sous la dépendance des nerfs intercostaux. A la seconde (Oiseaux), le diaphragme est plus développé, double même : les nerfs intercostaux fournissent des filets à la portion costale, les ganglions dorsaux du sympathique aux deux diaphragmes. A la troisième étape (Mammifères), ces deux sortes de rameaux persistent, mais nous assistons, en outre, à l'apparition d'un nouveau nerf, hautement différencié et particulièrement destiné au muscle en question : c'est le nerf phrénique. Les filets intercostaux passent donc ici au second rang, mais ce sont des vestiges encore importants de l'état primitif. Chez l'homme, par exemple, le territoire des intercostaux est limité à la partie marginale du diaphragme; celui-ci reçoit d'eux cinq à six filets de chaque côté, provenant des six derniers nerfs intercostaux.

V. — APPAREIL DIGESTIF.

§ 1. — Les cellules étoilées du foie.

Dans l'intérieur des lobules hépatiques, la trame conjonctive de soutien est excessivement réduite. Par l'emploi du chlorure d'or, Von Kupffer a décrit autrefois ce tissu comme constitué par un treillis de très fines fibres grillagées, et par des cellules étoilées que l'imprégnation détache en violet noir sur fond clair. Or, Von Kupffer lui-même², dans de nouvelles recherches, montre que ces cellules étoilées du foie ne sont point des éléments conjonctifs. Elles font partie intégrante de la paroi même des capillaires sanguins. Ce sont, par conséquent, des cellules endothéliales, mais des cellules endothéliales particulières, non aplaties, qui proéminent dans la lumière. Elles possèdent au plus haut degré le pouvoir phagocytaire, englobent et retiennent au passage les corps étrangers pulvérulents (encre de Chine injectée, hématies, microbes) et par conséquent représentent un des éléments importants du foie, puisque cette glande est considérée à juste titre comme une sorte de filtre que doivent traverser les matériaux nutritifs absorbés dans l'intestin par la veine porte. Browicz³ confirme les données

de von Kupffer en faisant cette réserve : c'est que pour lui, les cellules proéminentes ne feraient pas partie, à proprement parler, de l'assise endothéliale, ne contribueraient jamais à former la lamelle externe de cet endothélium. Elles représenteraient une sorte de seconde assise, interne, discontinue. Ce n'est pas la première fois qu'on attribue aux endothéliums le pouvoir phagocytaire; mais, en un tel point et avec une telle netteté, cette constatation acquiert un grand intérêt.

§ 2. — Les îlots de Langerhans dans le Pancréas.

Plusieurs travaux viennent de paraître, en Italie notamment, sur ces formations. On sait que ce sont des groupes de cellules, parfois volumineux, toujours assez nombreux, qui existent de façon constante dans le pancréas des Vertébrés, cellules ordonnées en général non autour de lumières excrétrices, comme celles des acini, mais autour de vaisseaux capillaires dilatés. Cette disposition, et d'autres raisons tirées de l'histogénie, nous les avaient fait considérer, dès 1893, comme des amas cellulaires *endocrines*, c'est-à-dire comme les organites de la sécrétion interne récemment attribuée au pancréas par les physiologistes.

Von Ebner, Renaut acceptent cette hypothèse dans leurs Traités d'Histologie (1899). Diamare⁴, Massari⁵, W. Schulze, Tribondeau⁶, Gentès⁷, Jarotsky⁸ l'acceptent également dans leurs Mémoires, apportent des faits nouveaux à l'appui, et plusieurs d'entre eux se servent couramment des termes îlots endocrines, tissu endocrine⁹. Au contraire, quelques auteurs, Giannelli notamment, la rejettent.

Giannelli s'appuie sur deux ordres de faits surtout. D'une part, il constate chez les Ophidiens, dans les cordons cellulaires constitutifs des îlots, de très fines lumières ou des fentes. Ce ne seraient donc pas des cordons pleins : ils pourraient sécréter une des parties constituantes du suc pancréatique. D'autre part, suivant le développement chez un Saurien (*Seps Chalcides*)¹⁰, il a constaté que, dès

¹ DIAMARE : Studii comparativi sulle isole di Langerhaus del pancreas. *Journal international d'Anatomie*, t. XVI, 1899, et Sul valore anatomico et morfologico delle isole di Langerhaus, *Anatomischer Anzeiger*, 1899.

² MASSARI : Sul pancreas dei Pesci. *Accademia dei Lincei*, 1898.

³ TRIBONDEAU : Pancréas des Ophidiens. XIII^e Congrès international de Médecine. Section d'Histologie, 1900.

⁴ GENTÈS : Les îlots de Langerhans du pancréas. Thèse, Bordeaux, 1901.

⁵ JAROTSKY : Ueber die Veränderungen in der Grosse und im Bau der Pancreaszellen bei einigen Arten der Inanition. *Archives de Virchow*, t. CLVI, 1899.

⁶ GIACOMINI semble y arriver également aujourd'hui.

⁷ GIANNELLI : Ricerche macroscopiche e microscopiche sul pancreas (Siena), 1898. Sullo sviluppo del pancreas nella *Seps chalcides* (Siena), 1899. — Sulla disposizione degli

¹ CAVALÉ : De l'innervation du diaphragme. Thèse, Toulouse, 1898.

² C. VON KUPFFER : Ueber die sogenannten Sternzellen der Säugethierleber. *Archives de Schulze*, t. LIV, 1899.

³ BROWICZ : Ueber intravasculäre Zellen in den Blutcapillaren der Leberacini; *Archives de Schulze*, t. LV, 1900.

le début, les ilots, peu nombreux ici mais très gros, apparaissent en un point précis, à l'extrémité distale de l'ébauche pancréatique dorsale, et restent cantonnés pendant toute la vie au voisinage de ce point. Il en serait à peu près de même chez les Amphibiens. Il admet donc (et Massari, Diamare sont d'accord avec lui sur ce premier point), que ce sont des formations permanentes, restant toute la vie ce qu'elles étaient chez l'embryon. Il est amené à en conclure que les ilots représentent une portion rudimentaire de la glande, peu différenciée et sans grande importance fonctionnelle actuelle. Il défendait encore récemment cette manière de voir¹. Oppel², bien que très éclectique d'ailleurs, soutient une opinion analogue.

Diamare, après avoir étudié Téléostéens, Reptiles, Oiseaux et Mammifères, admet que les ilots sont des formations permanentes, mais à fonction endocrine. Ce sont de vrais *corpuseules épithéliaux* du pancréas (*Epithelkörperchen*), à rapprocher des parathyroïdes, de la surrénale, de la pituitaire, et ayant la structure caractéristique des glandes à sécrétion interne. Chez les Sélaciens, il ne trouve pas de véritables ilots de Langerhans formés de cordons pleins; mais les canaux excréteurs les plus fins sont bordés de cellules granuleuses qui, par leur aspect et leurs réactions, rappellent celles des ilots. Il est tenté de considérer ces canaux comme la forme primitive revêtue par le tissu endocrine dans le pancréas des Vertébrés.

Un nouveau fait vient à l'appui de cette hypothèse. Giacomini³, qui a collaboré aux premiers travaux de Giannelli (1890), trouve par places chez la Lamproie, dans un organe que sa structure et ses rapports permettent de considérer comme le pancréas, des acini tout à fait différents par leur structure des acini ordinaires. Ce sont de larges vésicules, assez analogues à celles de la thyroïde, et contenant parfois des hématies (à la façon de certains ilots des embryons de Mammifères.) Giacomini considère ces vésicules comme les équivalents des ilots de Langerhans des Vertébrés supérieurs.

L'existence, chez les Ophidiens, de figures de transitions nombreuses entre acini et cordons pleins, la trace des remaniements évidents de la glande par les vaisseaux, la présence d'ilots même dans les portions provenant de l'ébauche ventrale, nous permettent de continuer à croire que la plupart de

ces ilots ne sont pas des formations permanentes⁴. L'existence de grains de sécrétion très nets, isolables sur le vivant, accumulés au contact du vaisseau et non au voisinage de la lumière quand il en persiste des vestiges (Ophidiens), nous confirme dans l'idée qu'il s'agit ici d'organes à sécrétion interne. Les données de Diamare sur les Sélaciens, de Giacomini sur les Cyclostomes, s'accordent assez bien avec cette hypothèse. Si elles sont confirmées, elles nous montreront vraisemblablement la sécrétion interne s'établissant chez les Vertébrés inférieurs à l'aide des éléments dont elle peut disposer, c'est-à-dire aux dépens de certaines portions de l'arbre glandulaire creux; puis, peu à peu, la lumière devenue inutile diminuant, s'atrophiant (Ophidiens), enfin disparaissant complètement (Mammifères), à mesure que s'établit plus intime le rapport avec les vaisseaux, à mesure que se fait mieux sentir ce que Renaut appelle le rôle *modérant* de ceux-ci dans le remaniement de la glande. Mais il ne faut pas oublier que nous ne connaissons les ilots de Langerhans que depuis quelques années, et que nous avons vraisemblablement encore beaucoup à apprendre sur eux.

Nous ne pouvons mieux terminer ce court exposé qu'en résumant les très intéressantes expériences de M. W. Schulze, qui sont tout en faveur du rôle endocrine des ilots. Chez une série de cobayes, cet auteur isole, par une ligature, un petit fragment de pancréas de façon à obturer complètement ses canaux excréteurs tout en respectant les vaisseaux. Au bout de quelques jours, le tissu exocrine s'atrophie, est remplacé par du tissu conjonctif, mais les ilots restent intacts et le sont encore après plus de deux mois. Schulze en conclut que ce sont des formations indépendantes du pancréas exocrine⁵ au point de vue fonctionnel. On sait, dit-il, que l'extirpation totale du pancréas produit le diabète; l'atrophie qui suit la ligature du canal excréteur ne le produit pas; donc, ce sont les portions de la glande résistant à cette atrophie, c'est-à-dire les ilots, qui empêchent le diabète. Ce sont eux qui versent dans le sang la sécrétion interne, la sécrétion qui influe sur l'utilisation des matières sucrées.

E. Laguesse.

Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

accumuli di Langerhans degli Anfibiù... Siena, 1899. (*Accademia dei Fisiocritici*.)

¹ GIANNELLI : *Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft*, Pavia, 1900.

² OPPEL : Verdauungs-Apparat, in *Ergebnisse der Anatomie*, t. IX, 1900.

³ GIACOMINI : Sul Pancreas dei Petromyzonti... *Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft*, Pavia, 1900.

⁴ *Bibliographie anatomique*, 1899; *Société de Biologie*, 1900.

⁵ W. SCHULZE : Die Bedeutung der Langerhanschen Inseln im Pancreas; *Archives de Schulze*, t. LVI, 1900.

⁶ *Exocrine*, c'est-à-dire à sécrétion externe; *endocrine*, à sécrétion interne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Schupmann (L.), Professeur à l'Université d'Aix-la-Chapelle. — *Die Medial-Fernrohre (Les Lunettes astronomiques médiales)*. — 1 vol. in-8° de 146 pages, avec 28 figures dans le texte (Prix : 4 mk. 80.) Teubner, éditeur. Leipzig, 1901.

Dans cet ouvrage, l'auteur nous apporte une contribution importante à la solution d'un problème qui préoccupe de plus en plus le monde astronomique, problème qui peut être résumé par les considérations suivantes :

L'installation d'une grande lunette astronomique, d'un grand équatorial par exemple, exige le concours de plusieurs artistes, de plusieurs talents: le fondeur de verre fournira un bloc de matière aussi grand et aussi homogène que possible, le tailleur de verre ou l'opticien apportera tout son savoir et toute son habileté pour exécuter l'objectif, partie essentielle de l'instrument. Il faut y ajouter le mécanicien, chargé de la monture et de l'ajustage de toute la partie métallique, et, enfin, n'oublions pas l'ingénieur-architecte, à qui incombe le soin de construire un bâtiment et une coupole mobile destinés à abriter l'instrument. Or, ces divers genres de travaux n'ont pas progressé dans la même proportion; en particulier, la construction des coupoles mobiles n'a pas pu suivre la fabrication d'objectifs de plus en plus grands, avec des distances focales croissantes.

Cela surtout à cause du prix de revient; déjà, pour les grands équatoriaux actuels, le prix de revient de la coupole est considérablement plus élevé que celui de l'objectif lui-même. Ainsi, pour le grand équatorial de trente pouces de l'Observatoire impérial russe de Poulkova, près Saint-Petersbourg, les crédits absorbés pour l'installation complète ont été de 300.000 roubles, tandis que l'objectif taillé par Alvan Clark a coûté 32.000 dollars. La longueur focale de cet instrument est de 14 mètres, et lorsqu'on sait que la lunette du grand équatorial de l'Observatoire du Mont-Gros, près de Nice, a 18 mètres de longueur, on peut se représenter la dépense faite pour cette œuvre par M. Bischoffsheim, et concevoir les difficultés techniques que les établissements Eiffel ont eues à surmonter pour construire la coupole mobile qui abrite ce grand instrument.

Il résulte de ces faits que l'utilisation d'objectifs à ouverture plus grande et à distance focale plus considérable, tels que les opticiens peuvent en produire, se trouve forcément liée à la question de savoir comment diminuer les dimensions d'une lunette, sans raccourcir en même temps la longueur focale de son objectif.

Dans l'instrument proposé par M. L. Schupmann, l'objectif est formé par une seule lentille de crown, et, pour corriger les aberrations de couleur et de sphéricité, un dispositif spécial se trouve placé dans le voisinage du foyer de l'objectif. Cet appareil comprenant, entre autres, un prisme droit à réflexion totale, un miroir concave et deux ou trois ménisques, il en résulte que la partie optique de la nouvelle lunette participe à la fois du réfracteur et du réflecteur. De là le nom de *médial*, donné à cet instrument. D'autre part, une autre disposition, également proposée et calculée par l'auteur, consiste à arrêter le cône des rayons lumineux venant de l'objectif, au milieu ou aux deux tiers de son trajet, par un miroir concave qui ramène ainsi le foyer avec son appareil de correction vers le centre de la lunette, près du pilier. Il en résulte donc une sorte de *lunette brisée*, qui a pu recevoir le nom de *brachymédiale*.

La valeur réelle des modifications proposées par

l'auteur et calculées à grand renfort d'analyse et d'équations, est bien difficile à apprécier; s'il est un domaine où le vieux proverbe allemand : « *Probiren geht über studiren* » (Essayer vaut mieux qu'étudier) soit vrai, c'est bien celui des applications de l'Optique. Il suffirait de rappeler que les objectifs les plus grands et les plus parfaits qui existent ont été l'œuvre d'un Alvan Clark; leurs surfaces n'ont pas été calculées de toutes pièces, mais simplement taillées de manière à fournir une image parfaite sous tous les rapports. A première vue, le fait de supprimer la deuxième lentille de l'objectif paraît une simplification importante puisqu'elle réduit de moitié le coût de l'objectif, mais elle laisse entier l'inconvénient des longues distances focales et des grandes coupoles, qui constitue, comme nous l'avons vu, la plus grosse dépense d'une installation astronomique. Dans cet ordre d'idées, la lunette dite brachymédiale remplit beaucoup mieux les conditions du problème que nous avons à résoudre, puisque la lunette elle-même est plus courte que la distance focale de l'objectif qu'elle renferme. Rappelons aussi que Littrow, dans son *dialyte* construit par Plössl, avait déjà enlevé la lentille de l'objectif pour la reporter vers le milieu de la distance focale de l'objectif et que cette modification avait donné de bons résultats. Sans insister sur l'inconvénient de faire cheminer un faisceau lumineux à travers de nombreux milieux et de lui faire subir une ou même deux réflexions sur argent, il faut surtout relever le fait que, dans la construction préconisée par M. L. Schupmann, la lentille-objectif se trouve, en réalité, à l'extrémité d'un tube élastique, tandis que l'appareil de correction se trouve à l'extrémité opposée ou au centre de l'instrument. Que devient alors le centrage exact et permanent du système optique dans toutes les positions de la lunette?

Quoi qu'il en soit, les calculs et les essais de l'auteur méritent une sérieuse attention, et, si les résultats pratiques viennent confirmer ses prévisions, il aura droit à toute la reconnaissance du public astronomique en général.

J. PINOIX,

Astronome à l'Observatoire de Genève.

2° Sciences physiques

Wagner (R.), et **Fischer (F.)**. — *Traité de Chimie industrielle*, 4^e édition française, rédigée sur la 15^e édition allemande, par le Dr L. GAUTIER. — 2 vol. grand in-8°, avec très nombreuses figures dans le texte. Tome 1^{er}. (Prix : 30 fr.) Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1901.

L'ouvrage qui vient de paraître est une nouvelle édition d'un livre dont la réputation n'est plus à faire. Il est apprécié de tous ceux qui en ont fait usage; il est classique en Allemagne. Pour tenir un pareil livre au courant des progrès réalisés, il faut, à chaque édition nouvelle, y faire les plus larges additions. Les auteurs allemands l'ont fait avec beaucoup de soin, et le traducteur, le Dr Gautier, a ajouté à leur texte de fort utiles compléments.

La présente édition diffère donc beaucoup des précédentes, tant par son étendue que par sa physionomie. L'ouvrage, primitivement composé d'un volume, en comprend deux sous sa forme actuelle. Le premier volume est seul publié jusqu'ici, le second devant paraître au début de l'année prochaine.

Les questions exposées dans ce premier volume sont le chauffage, l'éclairage, la métallurgie chimique, et la fabrication des produits chimiques inorganiques.

On peut signaler comme caractéristique le développe-

ment donné partout aux méthodes électriques employées à produire des réactions par voie sèche ou par voie humide. La préparation ou le raffinage des métaux, la décomposition des chlorures avec ou sans diaphragme pour la préparation de l'élément chlore ou de l'alcali, s'y trouvent décrits dans leur état actuel. L'industrie des explosifs y est étudiée dans ses traits essentiels. L'acide sulfurique forme aussi un important chapitre, et les procédés par contact, dont l'importance s'affirme tous les jours davantage, y sont traités avec quelque développement.

Pour donner une idée nette de l'allure rapide avec laquelle les progrès ont été réalisés, les auteurs ont eu l'heureuse idée, chaque fois qu'ils décrivent une méthode ou un brevet, de noter entre parenthèses l'année pendant laquelle ces dispositions ont été annoncées ou mises en œuvre. Peut-être eût-il été possible même, entrant dans cette voie plus largement encore, de donner l'indication complète des sources originales où les questions sont étudiées dans le plus complet détail. L'usage de les mentionner est devenu très général, comme aussi l'usage d'indiquer, au début ou à la fin d'un chapitre, quels sont les traités modernes, français ou étrangers, que l'on peut utilement consulter si l'on veut des renseignements plus complets.

Des tableaux statistiques permettent de juger le développement de chaque industrie et les abaissements de prix que les perfectionnements successifs ont permis de réaliser. Les tableaux relatifs à l'industrie de l'aluminium en donnent un remarquable exemple.

L'abondance de renseignements réunis dans cet ouvrage, et le soin avec lequel il a été tenu au courant des progrès modernes, le rendent tout à fait utile à ceux qui cherchent à perfectionner les méthodes, à ceux aussi qui veulent étudier les développements de la Chimie industrielle.

LÉON PIGEON,

Professeur adjoint

à la Faculté des Sciences de Dijon.

Villon (A.-M.) et Guichard (P.). — Dictionnaire de Chimie industrielle. Tome III, fasc. 26-27. (Prix : 2 fr. le fascicule.) — Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1901.

Ce fascicule comprend, notamment, les articles : *Lithium, Magnésium, Malt, Manganèse, Mélasses, Mercure, Mercure, Molybdène, Monazites, Mordants, Mortier, Naphtaline, Nickel, Nitrates, Noirs, Opium*, et le commencement de l'article *Or*.

Molinić (Marcel). — Comment on obtient un cliché photographique. — 1 vol. in-18 de 188 pages. (Prix : 2 fr. 75.) Brunel et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1901.

La plupart des petits Manuels de photographie n'offrent aucune valeur soit scientifique soit technique; aussi sommes-nous heureux de signaler ce volume, qui a le grand et rare mérite d'avoir été écrit par un homme compétent.

3° Sciences naturelles

Guède (H.). — La Géologie. — 1 vol. in-8° de 724 pages, avec 451 figures dans le texte. (Prix : 8 fr. Schleicher frères, éditeurs, Paris, 1901.

Ce petit livre peut être très utile en attirant, sur une science relativement jeune et trop souvent négligée, l'attention des hommes sérieux et instruits. Malgré les remarquables progrès qu'elle a réalisés depuis quelques années, malgré l'intérêt philosophique et pratique qu'elle présente pour tous les esprits tant soit peu ouverts et malgré la sagacité de sa méthode, la Géologie ne jouit pas en France, auprès du grand public et même dans les milieux universitaires, de toute la considération qui lui est due. Il nous suffira de citer l'appréciation suivante, extraite d'un travail récent, publié dans une Revue destinée aux officiers de notre armée des Alpes¹ : « Ses docteurs les plus autorisés avouent eux-mêmes que

l'hypothèse est à la base de leurs méthodes. Aussi un profane ne peut-il que feuilleter avec discrétion les théories géologiques, et doit-il se borner à transcrire quelques-unes de leurs conclusions les mieux établies. »

Cette opinion n'est que le reflet d'une manière de voir qu'excuse seule l'ignorance complète dans laquelle ont été laissés pendant longtemps, en ce qui concerne les questions géologiques, les hommes cultivés de notre temps. En reprochant à la Géologie de coordonner les faits d'observation par des hypothèses, on oublie que c'est là précisément la méthode de toutes les sciences inductives, et que *la Physique et la Chimie*, par exemple, que d'aucuns se plaisent à opposer aux Sciences naturelles, *vivent, elles aussi, sur des hypothèses*; que sont, en effet, les notions de l'éther, de la constitution moléculaire des corps, des groupements atomiques, et tant d'autres, sinon des hypothèses reliant rationnellement un grand nombre de faits observés?

La moindre faveur que rencontrent auprès du public les sciences géologiques tire son origine du fait que ces sciences ont été, jusqu'à ces derniers temps, à peu près exclues des programmes de l'enseignement secondaire; la plupart des personnes qui se montrent si méprisantes à leur égard ne savent rien de leur méthode, des résultats auxquels elles conduisent, du but qu'elles visent et de l'intérêt qu'elles présentent. Ce singulier état d'esprit paraît être trop souvent, surtout en province, entretenu, il faut bien le dire, par les représentants plus ou moins attitrés des sciences rivales, qui verraient avec un certain déplaisir l'enseignement de la Géologie se développer aux dépens de budgets dont elles avaient jusqu'à présent la plus grande part, et partager auprès des Pouvoirs publics des ressources et des honneurs qui leur semblaient à tout jamais réservés.

On comprendra dès lors combien tous les amis de notre science applaudissent à chaque tentative faite pour faire pénétrer les notions géologiques dans les milieux éclairés, et pour intéresser ce qu'on est convenu d'appeler les « gens du monde » à l'histoire de notre Globe.

Le livre de M. Guède n'est destiné, dit l'auteur, ni aux savants, ni aux professeurs; il s'adresse à toutes les personnes instruites; son but est de leur inspirer « le respect et l'admiration pour une science dont l'utilité pratique est démontrée par de plus autorisés que lui, et qui recherche la solution du plus mystérieux problème qui soit posé à l'esprit humain ». M. Guède s'est proposé de présenter à ses lecteurs un ouvrage suffisamment débarrassé de l'appareil documentaire et technique qui rend inaccessible ou fastidieuse à la plupart la lecture de certains traités classiques, mais cependant suffisamment renseigné pour fournir une base solide à ceux qui désirent se rendre compte et s'instruire, pour montrer aussi aux « sceptiques et aux incrédules que tout n'est pas, en Géologie, du ressort de l'imagination, qu'elle est une science véritable », que sa méthode est remarquable d'ingéniosité et que son but n'est en aucune façon, comme on a voulu le faire croire, la satisfaction de quelque manie de collectionneur bonne à faire l'objet de plaisanteries renouvelées de Toepffer et à fournir un aliment facile aux railleries des gens d'esprit.

Considéré comme un résumé d'ouvrages plus complets, notamment du *Traité* de M. de Lapparent, le livre de M. Guède mérite des éloges pour sa clarté et pour la façon consciencieuse avec laquelle il a été élaboré.

Peut-être trouvera-t-on certains chapitres, très substantiels, un peu trop concis, ce qui donne à l'ensemble une certaine sécheresse et en rend la lecture difficile pour les personnes habituées à l'allure ordinaire des œuvres de vulgarisation. On regrettera aussi que le nombre des illustrations ne soit pas plus élevé. Parmi les 451 figures intercalées dans le texte, beaucoup, notamment celles qui représentent des fossiles, sont d'une très mauvaise exécution¹. On peut aussi repro-

¹ C^{ie} PERRÉAU : L'épopée des Alpes, in *Revue du Cercle militaire*, etc..., de Lyon, n° 2 (1^{er} Avril 1901).

¹ Voir notamment les figures 44 (*Spirifer*), 77 (*Trigonia navis*) et 89 (*Nerinea*), qui ne peuvent donner qu'une idée fort imparfaite de ce qu'elles sont censées représenter.

cher à l'auteur des erreurs de détails (*Hoplites* ! *Nisus*, p. 576, etc.), qui lui sont imputables, et d'autres qui ne sont que la réédition d'inexactitudes contenues dans les ouvrages dont il s'est servi. Il est à remarquer, en outre, d'une façon générale, que la citation des sources n'est pas toujours faite avec discernement, et l'on s'aperçoit parfois trop clairement que M. Guède n'a pas étudié lui-même le fond des questions qu'il expose. On peut le louer, en revanche, d'avoir reproduit quelques-unes des conclusions de la Paléontologie moderne, et de contribuer ainsi à détruire dans le public un certain nombre d'idées fausses citées fréquemment comme des dogmes de la science moderne.

L'auteur reconnaît que son livre ne contient pas d'idées originales; aussi est-il difficile de lui faire des critiques qui ne retombent pas sur les ouvrages qu'il a le plus fréquemment utilisés. On y trouve, en effet, sans peine la trace des savants dont il s'est inspiré; ainsi qu'il est dit dans la Préface, l'autorité de M. de Lapparent, dont il a pris le *Traité classique* pour guide, y est souvent invoquée, et l'enseignement de la Sorbonne semble également avoir eu quelque influence sur la rédaction du volume. M. Guède ne pouvait en vérité mieux choisir ses Maîtres; aussi le petit livre qu'il vient de faire paraître constitue-t-il un essai de très bonne et sérieuse vulgarisation, et trouvera-t-il sa place dans la bibliothèque de toutes les personnes soucieuses de suivre d'un peu près le mouvement scientifique actuel; il rendra également des services appréciables aux professeurs de nos lycées, lorsque ceux-ci n'auront pas les loisirs nécessaires pour consulter des ouvrages plus complets. Enfin, il peut être recommandé, pour le début de leurs études, aux étudiants qui se destinent à suivre l'enseignement de nos Facultés; ils y trouveront un premier résumé des matières qu'ils sont appelés à approfondir par la suite.

W. KILIAN,

Professeur de Géologie
à l'Université de Grenoble.

4° Sciences médicales

Gouget (A.), Médecin des Hôpitaux. — *L'Insuffisance hépatique.* — 1 vol. in-8° de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix, broché : 2 fr. 50; cartonné : 3 fr.) Masson et Co, éditeurs. Paris, 1901.

Un organe est dit insuffisant lorsqu'il n'est plus apte à remplir normalement sa tâche; cette définition, donnée par M. Gouget en tête de son ouvrage, délimite nettement son sujet et la manière dont on doit l'entendre actuellement.

Il ne s'agit donc pas, dans l'espèce, d'une maladie particulière, ni d'une phase ultime de désorganisation, mais bien de toute déchéance fonctionnelle, grande ou petite, de l'organe, et des causes multiples qui peuvent l'amener. D'ailleurs, dans la conception moderne de la Pathologie générale, le mot d'insuffisance est employé et entendu de même pour tous les organes.

L'étude de l'insuffisance organique comporte une connaissance approfondie de la physiologie locale, et c'est pourquoi on peut seulement aujourd'hui esquisser, sinon établir, le tableau de l'insuffisance du foie : cette glande n'est plus, comme autrefois, uniquement l'organe sécréteur de la bile. Les travaux des dernières années ont montré que le foie a pour fonctions : 1° l'élaboration de la bile; 2° l'emmagasinement de la matière glycogène et sa transformation en sucre, qu'il rend à l'organisme au fur et à mesure de ses besoins; 3° la protection de l'organisme contre les poisons du dehors et du dedans, qu'il emmagasine ou qu'il transforme pour les éliminer.

Ces fonctions capitales s'accomplissent dans la *cellule hépatique*, et de l'intégrité de cette cellule dépend le rôle physiologique normal du foie : donc, étudier l'insuffisance hépatique se ramène, en dernière analyse, à étudier l'insuffisance de la cellule hépatique.

Or, les causes sont innombrables qui peuvent altérer cette cellule; l'auteur classe les causes déterminantes en mécaniques, toxiques, parasitaires, dyscrasiques et

nerveuses. Les causes toxiques sont de beaucoup les plus fréquentes, comme le rôle physiologique du foie pouvait le faire supposer à l'avance, depuis les poisons minéraux comme le phosphore, jusqu'aux poisons organiques, comme l'alcool et les toxines digestives ou autres. C'est dans cette catégorie que doivent rentrer la plupart des causes dites parasitaires, car c'est par les toxines microbiennes que le plus grand nombre des infections vicie le fonctionnement de la cellule hépatique et cause ces insuffisances, parfois si brusques qu'on a pu employer pour elles l'expression d'asphyxie hépatique.

Nous ne pouvons suivre M. Gouget dans l'étude des symptômes qu'il a classés par systèmes d'une façon parfaitement claire et dont il fait l'interprétation critique avec une compétence marquée. Au lieu de se perdre dans une infinité de formes cliniques, faciles à établir suivant la prédominance symptomatique, l'auteur préfère distinguer trois formes, d'après l'importance des manifestations : une *forme latente*, reconnaissable seulement à l'examen de l'urine; une *petite insuffisance*, « petits signes de l'hépatisme » de Hanot observés au cours d'une affection hépatique ou d'une maladie aiguë ou chronique, indiquant une atteinte sérieuse des cellules hépatiques; enfin, la *grande insuffisance*, décrite autrefois sous le nom d'ictère grave, et dont la physiologie a été précisée par les travaux récents.

Le traitement sera surtout prophylactique, et l'étude des causes suffira à en établir les règles. Une fois constituée, l'insuffisance hépatique peut être enravée tant qu'il s'agit de forme latente ou petite. Pour cela, il faut dépister la cause; puis s'adresser aux grands modificateurs de la nutrition, générale, iodures, alcalins, hygiène alimentaire, cures hydrominérales appropriées, et peut-être opothérapie. La grande insuffisance ne laisse que peu d'espoir à la thérapeutique.

Le petit livre de M. Gouget se recommande par sa clarté; il ne s'encombre pas d'un luxe d'érudition inutile; il constitue une suite naturelle au magistral volume de M. H. Roger sur la *Physiologie du foie*, publié dans la même Encyclopédie.

RAY. DURAND-FARDEL,

Ancien chef de Clinique à la Faculté de Médecine.

5° Sciences diverses

Geoffroy-Saint-Hilaire (Etienne). — *Lettres écrites d'Egypte, recueillies et publiées avec une Préface et des Notes, par le professeur E.-C. Hamy.* — 1 vol. in-16 de 280 pages. (Prix : 3 fr. 50.) Hachette et Co, éditeurs. Paris, 1901.

Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire, membre de la Commission des Sciences et des Arts que Bonaparte emmenait en Egypte à la suite de l'armée, s'embarqua à Toulon le 29 floréal an VI (18 mai 1798). Il revint les côtes de Provence le 27 brumaire an X (18 novembre 1801). Pendant ces trois ans et demi, il écrivit régulièrement à sa famille, au directeur du Muséum et aux professeurs ses collègues, à ses amis enfin, et particulièrement à Georges Cuvier, avec qui il était étroitement uni. Certaines de ces lettres, celles, en particulier, que Geoffroy envoya pendant son voyage en Haute-Egypte, sont perdues ou inaccessibles (il doit y en avoir notamment dans les Archives de l'Amirauté anglaise). Cependant, grâce à des recherches prolongées dans les Archives de la famille Geoffroy-Saint-Hilaire, dans celles du Muséum, à la Bibliothèque de l'Institut et dans d'autres dépôts encore, M. Hamy en a recueilli soixante-six, qu'il vient de publier et qui constituent pour l'histoire politique de l'Expédition d'Egypte et pour l'histoire de la Commission des Sciences une source précieuse de renseignements.

La lettre XIII contient un récit de la bataille d'Aboukir donnant quelques détails ignorés jusqu'ici. On trouvera dans la lettre XV un récit de la formidable insurrection qui éclata au Caire le 30 vendémiaire an VII, coûta la vie à des officiers et même à des savants, et fit courir à Geoffroy-Saint-Hilaire lui-même un certain danger. Il vivait, en compagnie de plusieurs

collègues, dans les maisons de Beys affectées par Bonaparte à l'Institut d'Égypte. Déjà, l'insurrection arrivait jusqu'à eux. Ils délibérèrent s'ils ne se retireraient pas sur le quartier général. « Mais la crainte de livrer au pillage la bibliothèque et les laboratoires de Chimie nous a retenus, dit Geoffroy, et déterminés à disposer nos maisons en une petite forteresse; nous nous sommes assigné des postes. » Mais, avant que les savants n'aient eu à faire usage de leurs fusils, Lannes arriva et les délivra.

Geoffroy aimait déjà cet Institut d'Égypte, qui venait d'être créé; il en espérait beaucoup et il y revient souvent dans sa correspondance. Il avait fait partie de la Commission chargée d'organiser cette Société savante, qui fut fondée le 3 fructidor an VII. Dans une lettre du 6 fructidor¹, il en décrit ainsi l'organisation : « Deux palais de Beys et deux autres maisons de riches particuliers, toutes contiguës, logeront tous les savants et artistes. Ces maisons nous fournissent peut-être plus de commodités et au moins autant de magnificence qu'on en trouve au Louvre. Un jardin immense, dont la superficie équivalait à peu près à 35 arpents de France, bien planté, avec nombre de terrasses élevées, où jamais l'eau du Nil ne parvient dans les inondations, est destiné à la Culture et à la Botanique. La salle d'assemblée est déjà garnie des plus riches meubles trouvés chez les mameloucks. » Il constitua une ménagerie avec les animaux curieux renfermés dans les palais des Beys, dont la bataille des Pyramides avait anéanti la puissance. « Mais, ce qui fait surtout l'ambition des membres de l'Institut, dit-il encore, c'est de vous envoyer le premier volume de nos Mémoires avant que celui de l'Institut de France ait paru. Nous travaillons, pour y réussir, avec constance. » Aucun des membres de l'Institut national du Caire ne mit plus de zèle que Geoffroy à en rendre les séances animées et intéressantes. Dès l'ouverture, il lit un Mémoire sur *l'aile de l'autruche*, et il en préparait un autre sur le *Cynocéphale* des anciens Égyptiens au moment où éclata l'insurrection du 30 vendémiaire. Les événements politiques entravèrent la régularité des travaux de l'Institut; mais, sitôt qu'il peut tenir séance, Geoffroy apparaît, un manuscrit à la main, et il lit, un jour, un Mémoire sur le *Bichir*, et, le lendemain, un autre sur le *Fachhaou*. Il est animé d'une ardeur au travail que rien ne peut éteindre. Et si, comme ses collègues, quoique moins que ses collègues, il a des moments d'angoisse et même de désespoir, en voyant sans cesse ajourné l'instant du retour en France, il se ressaisit bien vite, grâce à sa passion pour la Science.

Si Geoffroy souffrit beaucoup en Égypte, moralement et même physiquement, puisqu'il fut atteint d'une ophthalmie très grave, dont il conserva toujours des traces, il y recueillit une quantité de notions nouvelles, dont il bénéficia toute sa vie.

Geoffroy apparaît, dans sa correspondance, non seulement comme un savant ardent à la recherche de la vérité, mais aussi comme un fils très affectueux et un ami attentif. Il écrit, le 23 pluviôse an IX, à son père : « A l'exception de vous revoir tous, mes bons parents, je n'ai rien ici à désirer... Qui me dédommagera de votre privation et de celle de toute la famille? » Il exprime son amitié à Cuvier de cette façon délicate : « J'ai beaucoup vu de monde dans mon grand voyage, mais je n'ai connu personne qui pût par les brillantes qualités du cœur et de l'esprit me faire oublier mon ancien ami. »

Il s'intéresse aux travaux et à la carrière de ses collègues. Il s'inquiète de Dolomieu et déplore les

« injustes vexations qu'on lui a fait éprouver ». Et si l'intérêt qu'il prend au décès de Daubenton est peut-être partiellement causé par l'espoir d'hériter de son logement au Muséum, on excusera facilement, en raison des tribulations subies par Geoffroy, ce léger sentiment d'égoïsme.

Le courage constitue encore un des traits du caractère de Geoffroy. Dans une circonstance critique, il rendit, par son énergie, un immense service à son pays et à la Science. Un article de la capitulation signée par le général Menou et qui abandonnait l'Égypte à l'armée anglo-turque, stipulait que les manuscrits arabes, les statues et les autres collections faites pour la République française seraient considérés comme propriété publique et mis à la disposition des généraux de l'armée combinée. La chose s'était passée entre militaires, qui considéraient ces caisses dans lesquelles les savants français avaient emballé leurs trouvailles comme un bagage encombrant et de peu de valeur. Si le général anglais Hutchinson avait tenu à l'insertion de cet article, c'est qu'il agissait sous l'inspiration d'un certain littérateur, W.-R. Hamilton, alors dans son camp, qui avait jugé tout simple de récolter la moisson péniblement préparée par d'autres. Nos savants dépouillés, ayant sans succès représenté à Menou l'importance du dommage qu'il leur causait, décident d'aller s'expliquer auprès du général anglais en personne; peine perdue. Hamilton vient de sa part les informer que la capitulation doit être exécutée dans toute sa teneur. Mais alors, Geoffroy, se voyant privé, lui et ses collègues, de ce qu'ils n'avaient acquis qu'au prix d'un labeur immense et de mille souffrances, est saisi d'une noble indignation. Il déclare que les collections seront détruites plutôt que d'être livrées aux Anglais : « Il ne sera pas dit qu'un pareil sacrifice ait pu s'accomplir. Nous brûlerons nous-mêmes nos richesses. C'est à la célébrité que vous visez. Eh bien! comptez sur les souvenirs de l'histoire : vous aurez aussi brûlé une bibliothèque d'Alexandrie. » Ces paroles produisent un effet inattendu. Hamilton, soudain effrayé de l'horrible responsabilité qu'il encourt, reconnaît la malhonnêteté de l'acte qu'il allait commettre, se fait auprès du général Hutchinson l'avocat de la cause dont il était, il y a quelques heures, l'adversaire irréductible, et le convainc.

Si les savants et les artistes français ont conservé et rapporté les précieux documents qui leur ont permis d'édifier cette œuvre grandiose qu'est la *Description de l'Égypte*, c'est donc à Geoffroy Saint-Hilaire que la France et la Science en sont redevables.

Comme on en peut juger, l'intérêt intrinsèque de cette correspondance est grand; cependant, la manière dont elle est présentée en accroît considérablement la valeur.

Dans la Préface, M. Hamy nous fait suivre Geoffroy depuis le moment où il consent, sur les instances de Berthollet, à faire partie de l'Expédition, jusqu'au jour (6 pluviôse an X) où il reprend sa place à l'assemblée des professeurs du Muséum. Un appendice contient plusieurs morceaux qui complètent très heureusement les Lettres : un récit de Geoffroy sur la visite de Bonaparte aux Pyramides, une conversation de Bonaparte sur « la dignité des sciences », tenue le 1^{er} fructidor an VII, dans les jardins de son palais du Caire, avant son départ pour la France. Enfin, pas un personnage ne figure sans être introduit par quelques mots brefs, mais précis : c'est un modèle de commentaires. On regrette seulement l'absence d'un index alphabétique.

M. Hamy a entouré les Lettres d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire d'un appareil d'érudition dont l'abondance et la sûreté n'étonneront aucun de ceux qui ont mesuré, pour en avoir maintes fois bénéficié, l'étendue de ses connaissances. C'est un plaisir de revivre, grâce à lui, dans la société des Geoffroy Saint-Hilaire, des George Cuvier, des Lacépède, des de Jussieu, dans le grand et beau monde scientifique de la fin du xviii^e siècle.

HENRI DEHÉRAIN,
Docteur ès lettres.
Sous-Bibliothécaire de l'Institut.

¹ Pour les lettres XVII et XIX, la concordance entre les dates du calendrier révolutionnaire et celles du calendrier grégorien n'est pas exacte. Le 6 fructidor an VI correspond au jeudi 23 août 1798. — Signalons aussi une contradiction. L'arrêté créant l'Institut d'Égypte est donné p. vii comme ayant été promulgué le 23 fructidor an VI, et p. 70, note 1, le 3 fructidor an VI. C'est cette dernière date qui est exacte.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Novembre 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Obrecht présente ses observations de la comète de 1901 *a*, faites à l'Observatoire de Santiago du Chili, et calcule les éléments de cette comète. — M. Birkeland a recherché si les planètes Mercure, Vénus et Jupiter exercent, par la gravitation, une influence sur la fréquence des taches solaires; le résultat est négatif, et la cause de la période undécennale doit être recherchée dans le Soleil même.

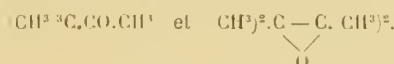
— M. H. Poincaré étudie, au point de vue de l'*analysis situs*, certaines variétés fermées à quatre dimensions qui sont formées par les points réels et imaginaires d'une surface algébrique.

M. H. Poincaré présente un Rapport sur les papiers laissés par Halphen. Ce sont surtout des rédactions de Mémoires qui ont été publiés ou des essais de rédaction. Il n'y a que quelques Notes inédites susceptibles d'être publiées par des recueils périodiques. — M. L. Raffy démontre les propositions suivantes: Si l'une des familles d'un réseau conjugué persistant est plane, l'autre famille l'est aussi. Les seules surfaces qui présentent un réseau conjugué persistant, dont une famille est formée de courbes planes, sont les surfaces de M. Goursat. — M. G. Moreau détermine l'équation de la courbe adiabatique.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. V. Raulin rappelle l'hypothèse, qu'il a émise en 1866, d'une rotation du pôle magnétique boréal autour du pôle terrestre, sur le parallèle du 70°, qui s'effectuerait en 600 ans. L'observation de la variation de la déclinaison et de l'inclinaison dans ces 35 dernières années confirme pleinement cette hypothèse. — M. H. Hervé décrit les expériences d'aéronautique maritime récemment faites par le comte de la Vaulx avec son ballon *Le Méditerranéen*. Le problème de la sécurité par l'emploi des méthodes de stabilisation dépendante, et celui de la dirigeabilité par un engin déviateur paraissent résolus. Il reste à réaliser l'équilibre indépendant sans communication avec la surface liquide. — M. R. Blondlot communique une méthode propre à déceler de très petites charges électriques; on induit sur des conducteurs semblables des charges égales et de signe contraire qu'on communique plusieurs fois de suite à un conducteur isolé; on mesure ensuite la charge de celui-ci avec un électromètre idiostatique extrêmement sensible.

— M. H. Becquerel a observé quelques réactions chimiques dues à l'influence du rayonnement du radium. Ce sont, outre la coloration des verres, déjà signalée par M. et M^{me} Curie, M. Berthelot, la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge, la réduction du bichlorure de mercure en présence d'acide oxalique. L'action prolongée du rayonnement du radium a été aux graines de cresson la faculté de germer. — M. H. Moissan a constaté que le chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié s'électrolyse avec facilité; mais il ne fournit que de l'hydrogène au pôle négatif et du chlore au pôle positif. Ces expériences confirment celles de M. Ruff sur l'iode d'ammonium et la non-existence de l'ammonium en présence de l'ammoniac liquéfié. — M. H. Moissan a observé également que le calcium-ammonium et le lithium-ammonium réagissent sur le chlorure d'ammonium en solution dans l'ammoniac liquéfié à - 80°; mais, dans ces conditions, il y a mise en liberté d'ammoniac et d'hydrogène, et le groupement AzH⁺, l'ammonium, ne peut être isolé. — M. V. Thomas, en faisant réagir le brome, en présence de l'eau, sur TiCl₄,

a obtenu un seul chlorobromure du type Ti^{IV}X₂, à savoir TiBr²Cl². Il cristallise en aiguilles et en lamelles mélangées, ou en lamelles seulement; les deux paraissent d'ailleurs appartenir au même système cristallin. — M. A. Clermont, en traitant un mélange d'alcool et d'acide trichloracétique par H²SO⁴ monohydraté, a obtenu l'éther trichloracétique. Additionné d'ammoniaque, ce dernier se transforme en trichloracétamide. — M. M. Delacre communique un certain nombre d'expériences sur la pinacolone, qui le conduisent à admettre que celle-ci correspond à un état d'équilibre entre les deux formules:



— MM. E. Charon et D. Zamanos ont recherché la constitution du picéol, phénol obtenu par dédoublement de la picéine, glucoside du sapin épicéa. Il est identique à la paraoxyacétophénone. Ils en ont préparé l'oxime, l'hydrazone et la semicarbazone. — MM. F. Bordas et de Raczkowski ont étudié les effets de la congélation sur le lait. La partie supérieure du bloc est presque exclusivement constituée par de la crème, tandis que le centre et la base contiennent peu de beurre et la majeure partie du lactose, de la caséine et des sels. — M. V. Génin indique une méthode de calcul du mouillage et de l'écémage simultanés d'un lait falsifié en tenant compte du volume spécifique du beurre qui est sensiblement constant par rapport aux autres caractéristiques du lait. — MM. Lépine et Boulud étudient les sucres du sang, leur glycolyse et la formation d'acide glycuronique conjugué dans diverses conditions.

— M. H. Lecomte a étudié la formation de la vanilline dans les fruits du vanillier pendant leur préparation: un ferment hydratant transforme la couférine naissante en alcool couférylique et en glucose; puis une oxydase transforme l'alcool couférylique en vanilline.

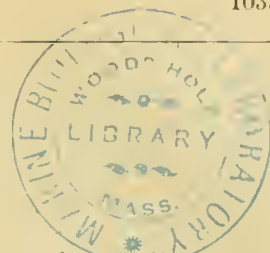
— MM. J. Dybowski et Ed. Landrin ont retiré des racines de *Fiboya*, plante connue par ses propriétés excitantes, un alcaloïde, l'*Fiboyanine*, cristallisé, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, F. 152°, de formule probable C²¹H²⁶Az²O².

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. R. Bouilhac a observé que le Nostoc et l'*Anabaena*, semés ensemble en solutions nutritives et exposés à des radiations lumineuses trop faibles pour décomposer l'acide carbonique, sont incapables de végéter sans avoir une matière organique à leur disposition; dans ce cas, le méthylal peut être utilisé. — M. L. Ducamp a étudié la formation de l'ovule et du sac embryonnaire dans les Araliacées et les modifications dont le tégument est le siège. — M. P. Lesage a constaté que les spores de *Penicillium glaucum* placées sur l'eau ne germent pas quand elles sont froiées par un courant d'air alternativement sec et saturé de vapeur d'eau, mais germent bien dans un mélange des deux.

Séance du 11 Novembre 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Janssen fait savoir qu'il a reçu une dépêche du Caire lui annonçant que l'observation de l'éclipse, du 11 novembre, par MM. de la Baume-Pluvinet et Pasteur, a bien réussi. — M. Ed. Maillet communique ses recherches sur les équations différentielles rationnelles. — M. A. Davidoglou donne une intégrale faisant connaître le nombre exact de racines communes à plusieurs équations.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. R. Blondlot communique une série d'expériences dont le résultat est



qu'il n'existe pas de déplacement électrique lors du mouvement d'une masse d'air dans un champ magnétique. Ce résultat est contraire à la théorie de Hertz sur l'électrodynamique des corps en mouvement, mais conforme à celle de Lorentz. — M. A. Blondel indique une méthode nouvelle pour l'étude de la parole et des courants microphoniques. Elle consiste à amplifier les courants microphoniques par la résonance électrique, et à inscrire les courants amplifiés au moyen de l'oscillographe. — M. H. Moissan décrit une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés. — Le même auteur a fait réagir à 73° l'hydrogène sulfuré liquide sur le lithium-ammonium et le calcium-ammonium; il se produit de sulfure de Li ou Ba et il se dégage de l'ammoniaque ou de l'hydrogène. L'ammonium n'existe donc pas en présence de l'hydrogène sulfuré liquide. — M. A. Chassy a étudié la formation de l'ozone par le passage de l'effluve électrique dans l'oxygène. La quantité d'ozone formée tend vers une limite qui dépend uniquement de la température et non de l'intensité du courant. — MM. A. Desgrez et V. Balthazard signalent quelques modifications à leur appareil pour la régénération de l'air confiné au moyen du bioxyde de sodium.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. P.-P. Dehérain et C. Dupont étudient l'origine de l'amidon du blé. Ils montrent que ce sont les tiges du blé restées encore vertes, quand les autres parties de la plante sont déjà jaunies, qui décomposent l'acide carbonique aérien et élaborent les hydrates de carbone qui s'accumulent dans le grain, sous forme d'amidon. Cette production tardive d'amidon n'est abondante que si la dessiccation des tiges n'est pas prématurée; les auteurs rappellent qu'à Grignon, on a recueilli, en 1888, une récolte surpassant celle de 1889 de 4 q. m. par hectare et que cette notable différence était due à l'insuffisance de la production d'amidon; en 1888, année pluvieuse, on avait moissonné au milieu d'août et le grain présentait une composition normale, tandis que le blé ayant été abattu trois semaines plus tôt pendant l'été brûlant de 1889, l'amidon n'avait pas eu le temps de se produire.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Novembre 1901.

M. X. Delorme présente un rapport sur un mémoire du Dr Coromilas (d'Athènes) relatif au traitement des tuberculoses chirurgicales et de la tuberculose pulmonaire par le sulfure de carbone térébenthiné. Dans les premières, l'auteur a obtenu de bons résultats qui semblent tenir à ce que le sulfure de carbone est un topique qui modifie d'une façon avantageuse les suppurations. Pour la tuberculose pulmonaire, les résultats sont moins certains; d'autre part, les injections pulmonaires de ce corps peuvent provoquer des accidents (suffocation, dyspnée). — M. Boinet communique cinq cas de rupture de la rate chez des Paludéens pendant un accès de fièvre intermittente ou un abcès pernicieux. — M. Ed. Schaer annonce la découverte, dans l'écorce, le bois et la racine de gaïac, d'un nouveau constituant, appartenant à la classe des saponines. — M. Pitres, à propos de la récente communication de M. Dieulafoy, pense qu'elle ne constitue qu'un exemple de plus à ajouter à la longue liste des observations déjà connues dans lesquelles l'épilepsie jacksonienne a été provoquée par une lésion siégeant en dehors de la zone motrice, mais qu'elle ne porte aucune atteinte à la doctrine des localisations cérébrales. M. Lucas-Championnière, à propos de la même question pense que, dans des cas analogues, on doit toujours intervenir par la trépanation; alors même qu'on ne tomberait pas exactement sur le siège de la tumeur, il se produirait une décompression, qui aurait les meilleures conséquences. — M. A. Proust répond aux critiques formulées par M. Bucquoy à propos du cas du *Senegal*. Des instructions formelles ont été données depuis longtemps en vue de

la destruction des rats sur les navires au point de vue de la prophylaxie de la peste. Pour les navires, seuls ceux qui transportent des émigrants sont tenus d'avoir du sérum antipesteux à bord; mais il y avait au Frioul une quantité suffisante de sérum pour inoculer tous les passagers. Le débarquement et la désinfection eussent dû être faits à l'île de Pomègues, où se trouve tout le nécessaire. En ce qui concerne l'organisation du Frioul, elle ne s'est montrée insuffisante que par suite du grand nombre de passagers du *Senegal*, nombre qui ne se présente pas dans les circonstances ordinaires. — M. Debove rappelle que l'Etat a encaissé, comme taxes sanitaires, de 1891 à 1900, 13.701.935 francs, tandis qu'il n'a dépensé que 5.239.073 francs. Si les installations sanitaires laissent quelque chose à désirer, ce n'est pas faute d'argent.

Séance du 12 Novembre 1901.

M. Périer communique les résultats d'une expérience faite à la gare du Nord sur l'utilisation des crachoirs placés à la demande de la Commission de la Tuberculose. Il résulte des observations que la grande majorité des passants crachent à terre au lieu d'utiliser les crachoirs. — M. Magnan présente le rapport sur le Concours du Prix Lorquet. — M. H. Monod revient sur la question du *Sénégal*. L'inspection sanitaire officielle des navires au départ est d'une exécution extrêmement difficile. Le retard apporté au débarquement de l'équipage provient de ce qu'on n'a pu obtenir plus tôt un second bateau pour le transborder. M. L. Colin exprime le vœu que, dans des cas analogues, toutes les mesures soient prises pour assurer le débarquement immédiat du personnel, équipage et passagers, du bâtiment infecté.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Octobre 1901.

MM. Guillemonat et G. Delamare ont recherché le fer dans les ganglions mésentériques de divers animaux; la quantité est faible; elle diminue dans l' inanition et augmente après la splénectomie. — M. Ch. Féré a constaté des oscillations inverses du travail des deux mains au cours de la fatigue. — M. E. Hédon a déterminé la température de coagulation du sérum de chien dialysé; à 100°, il n'est pas modifié; à 150°, il se coagule en quelques minutes. — M. J. Audrain a observé que les spermatozoïdes sont très fréquemment placés quatre par quatre sur les cellules de Sertoli dans les tubes séminifères. — M. G. Meillière, sans nier l'influence marquée que peuvent avoir les produits biliaires sur la mesure de la tension superficielle des urines, pense qu'il est prudent de ne pas accorder à cette dernière une valeur diagnostique absolue. — Le même auteur indique une méthode d'extraction des acides biliaires des liquides organiques, et en particulier de l'urine. — M. G. Weiss a constaté que le régime alimentaire apporte rapidement des modifications importantes dans la structure des organes de la digestion des animaux. — M. Em. Bourquelot recherche, dans les végétaux, le sucre de canne à l'aide de l'invertine et les glucosides à l'aide de l'émulsine (p. 985). — MM. L. Grimbert et G. Legros proposent, comme milieu de culture pour les bacilles typhique et coli, au lieu du petit-lait tournesolé de Pétruschky qui n'a pas grande valeur, une solution peptonée de lactose pur parfaitement neutre et additionnée de teinture de tournesol sensibilisée. — MM. J. Camus et P. Pagniez ont constaté que l'éthérobacilline a une action hémolytique sur les globules rouges humains, action qui est empêchée par le sérum. — M. Touche a pratiqué l'autopsie dans un cas d'aphasie motrice; il existait, outre une lésion de la troisième frontale, une lésion temporale et une lésion insulaire. — M. Alezais a étudié les dimensions du canal rachidien chez un certain nombre de Mammifères. Elles sont fonction de la mobilité de la région considérée et aussi du volume de la moelle. — M. A. Chipault a

praticué 37 cas de ponction sacro-lombaire dans une intention thérapeutique; 9 fois la ponction est restée blanche; 25 cas ont donné un résultat nul, 14 un résultat palliatif et seulement symptomatique, 9 un résultat curatif. — M. V. Balthazard a constaté que la teneur du foie en lécithine s'accroît dans les infections, intoxications et auto-intoxications. Une grande partie des lécithines hépatiques proviendrait de la destruction des leucocytes du sang circulant. — M. J. Lefèvre démontre l'absence de constante calorimétrique dans les calorimètres déperditeurs; les résultats obtenus par ces appareils sont donc entachés d'erreurs graves. Pour graduer les appareils déperditeurs non rétrogradeurs, ou pour comparer des sources caloriques à l'aide de ces appareils, il faut employer des sources constantes.

Séance du 2 Novembre 1901.

M. Ch. Féré a trouvé que la digitale et la spartéine, qui ont une action durable sur l'activité automatique, n'ont qu'une action éphémère sur l'activité volontaire. — Le même auteur a constaté que la vue d'un objet en mouvement détermine une excitation dont les effets sont pondérables. L'excitation est plus marquée à la main droite qu'à la main gauche. — MM. Emmerez de Charmoy et P. Mégnin ont observé chez les poulets de l'île Maurice une nouvelle maladie parasitaire contagieuse; c'est une ophtalmie, provoquée par la présence de petits vers sous la membrane nictitante. Ces vers constituent une espèce nouvelle de Spiroptères: *Spiroptera Emmerezii*. — M. J. Brault a fait l'examen du sang d'un certain nombre de paludiques avérés n'ayant pas pris de quinine depuis longtemps, et il n'a pas trouvé l'hématozoaire de Laveran chez beaucoup d'entre eux. M. Laveran craint que la technique de M. Brault ne laisse à désirer. — M. J. Brault a constaté que la diazotation d'Ehrlich est généralement nulle dans la malaria et très franche dans la dothiéntérie; c'est un moyen assez précieux de diagnostic. — M. Eug. Dupuy a remarqué une corrélation des états pathologiques de la thyroïde, de la prostate et de l'utérus. — M. G. Rosenthal conseille, pour la séparation des germes anaérobies cultivés en tubes de Zuber-Veillon, la méthode d'isolement et de lavage dans une boîte de Pétri. — MM. Oddo et Darcourt ont étudié les troubles des réactions électriques dans la paralysie familiale périodique. — M. V. Henri a recherché la loi d'action de la sucrase; elle correspond à la formule:

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{a+x}{a-x},$$

où a est la concentration de la solution de sucre au début, et x la quantité intervertie dans un temps t . — Le même auteur a vérifié les conséquences de cette loi en faisant agir la sucrase sur un mélange de saccharose et de sucre interverti. — M. F. Arloing a reconnu que le sérum antituberculeux, introduit dans l'organisme en même temps que l'agent microbien par la voie séreuse, exerce une action favorisante certaine sur l'infection par le bacille de Koch en culture liquide homogène.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 Novembre 1901.

M. R. Delange a obtenu le dichlorométhènedioxypropylbenzène en traitant le propylmèthènedioxybenzène, produit de réduction du safrol, par le perchlorure de phosphore. Ce corps est, dans ses réactions, comparable à un chlorure d'acide; il réagit sur les alcools, les phénols, l'ammoniaque, les amines, etc. — M. Wyruboff discute la théorie de M. Posternak sur les colloïdes, et note qu'elle n'est applicable ni aux colloïdes organiques solubles, ni aux colloïdes solubles ou insolubles d'origine minérale. Il fait voir, par l'exemple du métaoxyde de thorium et de l'acide sulfochromique, que la cause de la coagulation n'est pas la même dans

tous les cas, que ce phénomène est dû à la formation de corps insolubles très différents par leur caractère chimique, mais qui ont tous une composition constante et obéissent tous à la loi des proportions définies. — M. le Dr Posternak fait remarquer, en réponse à M. Wyruboff, que les colloïdes ne peuvent plus être définis, à l'heure actuelle, comme des corps ne passant pas à travers une membrane, vu la variabilité des phénomènes osmotiques suivant la nature de la membrane étudiée, comme cela nous a été révélé par les travaux de Jolly, Pfeffer, Traube, Hamburger, Hedén, etc. Il insiste ensuite sur la relativité de la conception des colloïdes et sur la nécessité qui en découle d'introduire dans la définition des colloïdes l'indication du dissolvant par rapport auquel les propriétés physiques d'un solide sont étudiées. Quant au rapport des matières salines aux colloïdes minéraux et spécialement aux oxydes des terres rares, M. Posternak se plaît à constater qu'aucune des objections nombreuses contre l'interprétation chimique des phénomènes de modification d'état des colloïdes qu'il a développées dans son mémoire, publié dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, n'a trouvé de réponse satisfaisante dans la communication de M. Wyruboff. Aux faits plus anciens de M. Béchamp, de MM. Zinder et Picton, viennent se joindre ceux que M. van Bemmelen a publiés récemment sur l'absorption des matières salines par l'acide métastannique, qui plaident résolument contre les idées de MM. Wyruboff et Verneil sur la polymérisation variable des oxydes condensés des terres rares et sur la faculté que ces derniers posséderaient de former de véritables sels avec les acides minéraux. — M. Moissan expose l'étude des combinaisons du fluor et du soufre qu'il a faite en collaboration avec M. Lebeau. Il décrit l'hexafluorure de soufre, les fluorures de sulfuryle, de thionyle, et enfin le tétrafluorure de thionyle. Il montre avec expériences à l'appui les propriétés fondamentales de ces divers corps. — M. Béal présente une note de M. L. Lindet sur le dosage de l'amidon dans les graines des céréales, et deux de MM. Reverdin et Crepeux sur l'action de l'acide nitrique sur la toluène *o*-nitro-*p*-sulfamide-1.2.4 et la nitration du *p*-sulfochlorure de toluène et sur quelques dérivés du *p*-sulfochlorure de toluène et l'*o*-nitro-*p*-sulfochlorure de toluène. — MM. Darzens et Armingeat présentent une note sur l'emploi du salicylate de sodium pour le dosage des mélanges d'alcools terpéniques et de leurs éthers.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES.

G. H. Darwin: La figure pyriforme d'équilibre d'une masse fluide en rotation. — L'auteur a repris quelques-uns des résultats obtenus par M. Poincaré dans son mémoire des *Acta*, avec des notations adaptées à l'emploi de l'analyse harmonique. Ayant trouvé les expressions générales des coefficients de stabilité, celles des sept coefficients correspondant aux harmoniques du troisième degré, applicables aux ellipsoïdes de Jacobi, sont réduites en intégrales elliptiques.

Un résultat numérique semble indiquer que, lorsque l'ellipsoïde s'allonge, il devient plus stable vis-à-vis des déformations du troisième degré et d'ordres supérieurs, et moins stable pour les ordres inférieurs du même degré.

La solution numérique de l'équation obtenue en réduisant à 0 le coefficient correspondant à la troisième harmonique zonale montre que l'ellipsoïde critique de Jacobi est tel que ses axes sont proportionnels à 0,65066; 0,81498 et 1,88583; la vitesse angulaire ω et la densité ρ du liquide sont reliées par l'équation $\frac{\omega^3}{2\pi\rho} = 0,142$. L'ellipsoïde est la figure stable la plus longue des séries de Jacobi. Une figure de déformation de cet ellipsoïde critique par la troisième harmonique zonale a été tracée par l'auteur. La figure pyriforme est plus longue que ne le supposait M. Poincaré.

H. Poincaré : Sur la stabilité de l'équilibre des figures pyriformes affectées par une masse fluide en rotation. — J'ai publié autrefois, dans le Tome VII des *Acta Mathematica*, un mémoire où j'étudie diverses figures d'équilibre nouvelles d'une masse fluide homogène en rotation. Presque toutes ces figures sont instables; une d'elles cependant, qui est pyriforme, est très probablement stable. Mais la preuve directe de cette stabilité ne pourrait être obtenue que par de longs calculs. Le but du présent travail est de faciliter ces calculs, en donnant à la condition de stabilité une forme analytique aussi simple que possible. La question cependant reste indécise, parce que les formules analytiques n'ont pas été réduites en chiffres.

Il fallait d'abord obtenir une expression de l'énergie de gravitation d'une pareille figure en poussant l'approximation plus loin qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. L'emploi des fonctions de Lamé peut conduire au résultat, mais on se trouve en présence d'une petite difficulté. Le potentiel d'un ellipsoïde, ou d'une couche ellipsoïdale, affecte des formes analytiques différentes selon que le point envisagé est à l'intérieur ou à l'extérieur de l'ellipsoïde. Il en résulte que dans chacune des intégrales il faudrait donner à la fonction sous le signe f , tantôt une forme pour les parties de la surface pyriforme qui sont au-dessous de la surface de l'ellipsoïde, tantôt une autre forme pour les parties qui sont au-dessus. Mais j'ai reconnu que cette difficulté est purement artificielle et qu'on obtiendra encore un résultat final correct en donnant à ces fonctions sous le signe f , soit toujours la première forme, soit toujours la deuxième. En opérant de la sorte, on commet une erreur sur *chacune* des intégrales, mais ces erreurs se compensent complètement dans la somme des intégrales.

Je me suis attaché ensuite à écrire l'inégalité qui exprime la condition de stabilité, et à réduire aux intégrales elliptiques les plus simples toutes les intégrales qui figurent dans cette inégalité.

2^e SCIENCES PHYSIQUES.

B. D. Steele : La mesure des vitesses ioniques en solutions aqueuses et l'existence des ions complexes. — La méthode de mesure des vitesses ioniques décrite par Masson a été étendue par l'auteur de telle façon que, dans la nouvelle méthode, l'emploi d'une solution de gélatine et d'indicateurs colorés n'est pas nécessaire.

Une solution aqueuse du sel à mesurer est enfermée entre deux cloisons de gélatine qui contiennent les ions indicateurs en solution, l'appareil étant toujours arrangé de façon à ce que la solution la plus lourde soit placée au-dessous de la plus légère. Lors du passage du courant, les ions de la solution mesurée s'éloignent de la gelée, suivis à chaque extrémité par les ions indicateurs; la limite est tout à fait visible à cause de la différence de l'indice de réfraction des deux solutions. La rapidité du mouvement des bords est mesurée au moyen d'un cathétomètre, et le rapport des vitesses des bords donne de suite le rapport des vitesses ioniques.

On a trouvé que, pour la production et le maintien d'un bon bord de réfraction, une certaine chute de potentiel est nécessaire pour n'importe quelle paire de solutions donnée, et cette chute diffère beaucoup suivant les différentes limites; par exemple, la limite entre l'acétate et le chlorure de potassium est stable pour une chute de potentiel de 0,82 volts, tandis que, pour la stabilité de la limite sulfate de cadmium-sulfate de cuivre, un voltage de 2,54 volts est au moins nécessaire.

On doit chercher l'explication de ceci non dans la chute du potentiel dans la solution mesurée, à laquelle les chiffres ci-dessus se rapportent, mais plutôt dans le changement de la chute du potentiel en passant de la solution indicatrice à cette dernière; il se relie probablement à la théorie des piles liquides de Nernst.

On a noté certaines régularités dans l'influence de

différents sels sur les points de fusion des gelées et il semble que cette influence est plus ou moins d'une nature additive, dépendant de la nature de l'anion et du cation. Parmi les anions, l'ion SO_4 a le moindre et les ions I et AzO_3 le plus grand effet pour abaisser le point de fusion. Parmi les cations, l'ion K a une influence moindre que les ions Li ou Mg ; ces relations sont encore, cependant, seulement qualitatives.

Les valeurs pour le nombre de transport qui ont été obtenues montrent une remarquable concordance avec les nombres de Masson, tels qu'ils ont été mesurés dans la gélatine, pour les chlorures de potassium et de sodium. D'un autre côté, pour le chlorure de lithium et le sulfate de magnésium, il n'existe aucune ressemblance. Pour tous les sels, une comparaison avec les chiffres de Hittorf montre seulement une ressemblance approximative, presque aussi bonne que celle montrée par une comparaison des chiffres pour le même sel, tels qu'ils ont été mesurés par différents investigateurs par la méthode indirecte de Hittorf.

De la connaissance de la résistance spécifique de la solution mesurée il est possible de calculer la chute du potentiel dans cette partie du système, et de là la vitesse moyenne absolue $V = x u$, où x est le coefficient de ionisation et u la vitesse ionique absolue.

Une ressemblance très frappante existe entre la somme des vitesses d'anion et de cation et la somme calculée d'après les chiffres de conductibilité de Kohlrausch. Les vitesses d'un grand nombre d'ions de différents sels à des concentrations différentes ont été calculées, et la vitesse des ions hydrogène et hydroxyle a été aussi mesurée, avec les résultats suivants :

	TROUVÉ	CALCULÉ
OH dans KOH 0,5 N	0,001435	0,00145
— — NaOH 0,2 N	0,00158	0,00152
H — HAzO ₃ 0,2 N	{ 0,00282	{ 0,00280
	0,00272	

Le rapport du courant mesuré par le galvanomètre à celui calculé par la vitesse des bords de la manière indiquée par Masson n'est égal à l'unité que pour quelques sels du type du chlorure de potassium; pour d'autres sels, ce rapport a, dans quelques cas, une valeur plus grande; dans d'autres, moindre que 1. La même irrégularité a été auparavant indiquée par Masson pour les solutions en gélatine des sulfates de magnésium et de lithium.

Le travail a été fait pour expliquer cette déviation des conséquences de la théorie, et aussi la difficulté que Kohlrausch est incapable d'assigner aux éléments dyades une valeur quelconque pour la vitesse ionique spécifique, laquelle est la même quand elle est calculée d'après les mesures de différents sels du même métal (dans l'hypothèse, proposée tout d'abord par Hittorf, que, dans les solutions concentrées de ces sels, l'ionisation a lieu de telle façon qu'il se forme des ions complexes en plus des ions simples); la conclusion est tirée que, dans tous les cas où quelque changement considérable dans les chiffres du nombre de transport se produit avec des changements dans la concentration, des ions complexes sont présents en plus ou moins grande quantité.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Octobre 1904.

M. E. P. Harrison présente les résultats de ses recherches sur les variations, avec la température, de la force électromotrice et de la résistance du nickel, du fer et du cuivre entre -200° et $+1050^\circ$. Les courbes de la variation des f. é. m. des couples cuivre-nickel et cuivre-fer sont approximativement une droite et une parabole respectivement. Les différences entre ces courbes et une droite choisie dans le premier cas, une parabole dans le second, ont été dessinées graphiquement en fonction de la température. Ces courbes de

différences montrent que les variations maximum ont lieu, pour le cuivre-fer, à 70°, 230° et 370°; la température d'inversion (la jonction froide étant à 0°) est de 336°, et le point neutre est à 262°C. Dans le cas du cuivre-nickel, les variations maximum ont lieu à 70° et 340°, et il paraît y avoir un léger effet d'hystérèse à ce dernier point; la température d'inversion ne se trouve pas dans les limites de l'expérience, et il n'y a pas de point neutre. La courbe de f. é. m. pour un couple nickel-fer jusqu'à 700° a été obtenue par addition des deux courbes expérimentales précédentes; au-dessus de cette température, des observations directes ont été faites. Cette courbe est presque linéaire jusqu'à 900°; à partir de ce point, il y a diminution de la f. é. m. Les courbes de la force thermoélectrique ont été déduites des courbes de f. é. m. par des tangentes. Pour le cuivre-fer, la plus grande partie est composée de lignes droites; le reste est parabolique; pour le cuivre-nickel, ce sont des morceaux de lignes droites. La variation du coefficient de Peltier pour le fer-cuivre est d'abord parabolique, puis en ligne droite; pour le cuivre-nickel, elle est représentée par des fragments de paraboles. La résistance du nickel augmente presque paraboliquement avec la température jusqu'à 370°, puis ensuite beaucoup moins rapidement, et presque linéairement jusqu'à 1050°. Pour le fer, la courbe de résistance parabolique va jusqu'à 800°, et se continue linéairement jusqu'à 1050°. L'auteur conclut que le changement thermo-électrique du couple nickel-cuivre coïncide approximativement avec le changement de résistance, tandis qu'il n'existe aucune particularité thermoélectrique pour le couple fer-cuivre, à la température du changement de résistance du fer. — M. G. W. Walker envoie un mémoire sur l'asymétrie de l'effet Zeeman. M. Voigt avait prévu une asymétrie du triplet normal, laquelle a été vérifiée par Zeeman. L'auteur a traité le sujet mathématiquement, et il trouve que l'asymétrie peut provenir d'un terme du second ordre dû au champ magnétique. L'asymétrie serait d'autant plus distincte que le champ serait plus grand, ce qui est contraire à la théorie de Voigt. En donnant des valeurs numériques aux symboles, on voit que l'effet est excessivement faible. L'auteur pense que sa théorie peut fournir l'explication de la non-résolvabilité d'une ligne.

Séance du 8 Novembre 1901.

M. R.-A. Lehfeldt présente un voltmètre pour courants faibles. L'instrument se compose d'un tube capillaire d'environ 25 centimètres de longueur, complètement rempli de mercure, à l'exception d'une bulle de solution de nitrate mercurieux, d'environ 1 centimètre de long, placée près du milieu du tube. Pour employer l'instrument, on le met dans la position verticale, l'anode étant au sommet; et la quantité d'électricité qui le traverse est mesurée par le changement de volume de chaque électrode. Dans une expérience d'essai, le changement de volume a été mesuré au moyen d'un micromètre; il concordait à 0,6 % près avec la quantité déduite du courant connu. Il est nécessaire que les courants soient faibles pour éviter les complications dues à la polarisation. — M. J. Buchanan envoie une note sur un modèle, dû à MM. Fleming et Ashton, qui imite la façon dont se comportent les diélectriques. L'action de ce modèle dépend de la viscosité d'un liquide, et les diagrammes qui en dérivent montrent par leur forme que le mouvement du rayon qui les trace s'approche de ce que l'on peut appeler « le mouvement d'un fluide visqueux par diffusion ». En d'autres termes, les courbes de déplacement obtenues par le modèle, et leurs courbes de vitesse dérivées, sont de la même forme que les graphiques de certaines solutions de l'équation bien connue de Fourier :

$$\frac{dv}{dt} = \kappa \frac{d^2v}{dx^2}.$$

Lord Kelvin a montré que le potentiel et le courant

en chaque point d'un fil de câble peuvent être exprimés par des solutions appropriées de cette équation; la diffusion de l'électricité dans le ou hors du diélectrique d'un condensateur peut être traitée de la même manière par l'emploi de solutions de cette équation. Il semble donc que le mouvement du modèle et la diffusion de l'électricité dans un diélectrique soient soumis à une seule et même loi mathématique. L'auteur suppose que les inventeurs pourraient obtenir des diagrammes d'hystérèse par le chargement cyclique des ressorts. — M. J. Macfarlane Gray rappelle une théorie thermodynamique qu'il a soutenue il y a vingt ans et dans laquelle il suppose un éther granulaire sous forte pression. Elle explique aisément les propriétés des corps. Chacun est caractérisé à l'état de vapeur par une constante numérique, déduite d'observations expérimentales. Celle de l'eau, d'après les dernières expériences de Lord Rayleigh sur le poids de l'hydrogène, est de 23,33776. D'après l'auteur, l'eau commence à geler à 95° F., et la variation de la chaleur spécifique de l'eau aux basses températures est due à la chaleur latente de la glace; la formation de particules de glace explique aussi le changement du volume de l'eau quand elle est refroidie jusqu'à son point de congélation.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Octobre 1901.

M. O. Lummer présente un nouveau photomètre et pyromètre à interférences. Il est basé sur l'emploi des franges d'interférence de Herschell à la limite de la réflexion totale, qui se produisent quand on place l'un contre l'autre, suivant leur hypothèse, deux prismes à angle droit et qu'on regarde dans la direction des rayons réfléchis totalement une surface lumineuse diffuse ou un disque mat. Comme les franges d'interférences en lumière transmise sont complémentaires de celles en lumière réfléchie, elles doivent disparaître quand les deux surfaces diffuses sont de même clarté. L'emploi du photomètre comme pyromètre repose sur la relation qui existe entre l'énergie photométrique d'un corps et sa température, et qui a été établie par l'auteur, Pringsheim, Planck, Rubens, Kurlbaum, etc. — M. F. F. Martens : Sur les indices de réfraction du quartz et du spath fluor. Sur un grand spectromètre de précision avec dispositif pour la photographie spectrale.

Séance du 1^{er} Novembre 1901.

M. E. Lampe communique de nouvelles remarques sur la question de la forme la plus favorable des pointes de projectiles conforme à la théorie de Newton. Ses recherches montrent que, dans la pratique, on peut remplacer la courbe minima de Newton par des hyperboles choisies convenablement, sans s'écarter de la résistance minimum de quantités appréciables. — MM. E. Aschkinass et W. Caspari présentent leurs recherches relatives à l'influence des rayons de Becquerel sur les substances organisées.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Octobre 1901.

M. Ed. Suess est réélu président de l'Académie. M. V. Uhlig est élu membre titulaire. M. M. Berthelot est nommé membre d'honneur. MM. P. Foreheimer, E. Lecher, J. Seegen, K. von Linde, G. Retzius et Al. Kowalewski sont élus correspondants étrangers. 1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. von Oppolzer : Théorie de la scintillation des étoiles fixes. — M. P. R. Fischer : Démonstration du cinquième postulat d'Euclide.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. R. Hoernes : Tremblements de terre et lignes de choc en Styrie. — M. W. Laska : Les tremblements de terre de Pologne (I). — M. K. Przibram : Etudes photographiques sur les décharges électriques. — M. W. Pauli et P. Rona : Recherches sur les modifications d'état physique des

colloïdes. — MM. A. Smolka et Ed. Halla ont préparé les chlorhydrates d' α et β -naphthylbiguanide en chauffant pendant huit heures en tube fermé la dicyandiamide avec les chlorhydrates d' α et β -naphthylamine et de l'alcool à 95 %. Les biguanides sont mis en liberté par la soude. Ce sont des bases donnant des sels avec les acides, mais aussi avec le cuivre et le nickel.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. R. von Wettstein envoie du Brésil des renseignements sur le voyage d'études botaniques dont il a été chargé par l'Académie dans la région de Sao-Paulo. — M. F. Schaffer : Nouvelles études géologiques dans le sud-est de l'Asie Mineure. — M. R. Hoernes décrit de nouvelles Cérithes du groupe du *Clava bidentata* trouvées à Osnitz (Styrie moyenne) et fait quelques remarques sur la répartition de ce groupe dans l'Éocène, l'Oligocène et le Miocène.

Séance du 17 Octobre 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Weiss communique ses observations des Laurentides dans les nuits du 9 au 12 août. Les météores observés ont été de 55, 110 et 181; mais la plus grande partie appartenait aux Perséides. L'auteur décrit aussi un globe de feu qui a été observé à Vienne, le 3 octobre, à 7 h. 25.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Zd. H. Skraup rappelle que l'identité de la cinchonine et de la cinchotine, récemment annoncée par Jungfleisch et Léger, a déjà été prouvée par Hesse, lui et ses élèves. — Le même auteur a étudié les propriétés physiques de l' α et de la β -*i*-cinchonine; elles sont si différentes qu'il n'est pas possible que ces deux corps soient des isomères optiques. — MM. Zd. H. Skraup et R. Zwerger ont isolé, des produits d'oxydation de l' α -*i*-cinchonine, un acide dioxypipéridine butyrique et un acide pipéridine-carbonique chloré; il semblerait que l' α -*i*-cinchonine contient un noyau pipéridique. — M. Ad. Franke a préparé, par réduction du diacétonealcool, le méthyl-2-pentane-2 : 4-diol; il est isomère avec la pinacone, qui possède bien la formule d'un tétraméthyléthylène-glycol. — MM. J. Herzig et F. Wenzel ont préparé les éthers carboniques de la phloroglucine par traitement des acides phloroglucine-carboniques substitués ou non avec le diazométhane.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Fr. Berwerth communique ses recherches sur les échantillons recueillis au fond de la Méditerranée orientale pendant les expéditions de la *Pola*. Les sédiments sont composés : 1^o de restes organiques riches en chaux (petits Mollusques et Foraminifères); 2^o de fragments d'organismes siliceux (Spongiaires et Radiolaires, plaques siliceuses d'origine organique); 3^o de divers minéraux et fragments de pierres; les minéraux dérivent principalement des vieux schistes cristallins; 4^o d'un précipité, qui n'est pas exactement déterminable au microscope et qui forme la plus grande partie du limon; il se compose d'une partie calcaire (coquilles broyées) et d'une partie argileuse.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Octobre 1901.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. H. Schoute : *Etude analytique d'une configuration du D^e C. Segre*. Première partie. Il s'agit d'une configuration dans l'espace à quatre dimensions se composant de quinze points, de quinze droites, de quarante-cinq plans et de quinze espaces tridimensionaux. — M. J. de Vries présente, au nom de M. S. L. van Oss : *Le mouvement élémentaire de l'espace E₄ à quatre dimensions*. L'auteur effectue d'une manière tout à fait géométrique la réduction du mouvement élémentaire de l'espace E₄ à deux rotations autour de deux plans, normaux l'un à l'autre, en s'appuyant sur la réduction connue du mouvement élémentaire en notre espace. — M. H. G. van de Sande Bakhuysen présente, au nom de M. J. Stein, S. J. : *Discussion de la critique de M. J. C. Kapteyn sur la méthode de détermination de l'Apex du mouvement so-*

l'aire donnée par Airy. L'auteur rappelle que, dans une communication à l'Académie en janvier 1901 (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XI, p. 224), M. Kapteyn a prétendu que ni la méthode d'Airy, ni celle d'Argelander, ne s'appuient entièrement sur l'hypothèse que les mouvements propres particuliers des étoiles fixes n'ont pas de prédilection pour une direction déterminée. Au contraire, d'après M. Steyn, la méthode donnée par Airy est en accord parfait avec cette hypothèse, même quand on applique aux équations de conditions la théorie des moindres carrés. De plus, d'après M. Steyn, les conditions déduites de la méthode d'Airy par M. Kapteyn sont inexactes. — M. J. C. Kapteyn réfute les considérations de M. Steyn en prétendant : 1^o que les équations déduites par M. Steyn ne prouvent rien contre ses considérations; et 2^o que la critique directe de ses déductions est inexacte.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. A. Lobry de Bruyn présente, au nom de M. N. Schoorl, la thèse « *Verbindingen van Suikers met Urea* » (Combinaisons des Sucres avec les Urées), et une communication : *Sur les dérivés uréiques (carbamides) des sucres*. Suite d'une communication antérieure (*Rev. gén. des Sc.*, t. XII, p. 131). Ici M. Schoorl s'occupe des poids moléculaire et spécifique (216 et 1,480), de la chaleur de combustion (6,736 cal. par molécule-gramme) et des propriétés chimiques de la glucose-uréide (C₆H₁₂O₆.Az.CO.AzH₂). Ont été isolées la galactose-uréide, la mannose-uréide (C₆H₁₂O₆.Az.CO.AzH₂ + C₆H₁₂O₆) et la lactose-uréide (C₁₂H₂₂O₁₁.Az.CO.AzH₂ + H₂O).

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. J. L. C. Schroeder van der Kolk : *Le commencement d'une nouvelle carte géologique des Pays-Bas*. Exposé de ce qui a été fait depuis 1898. Sont en préparation les planches couvrant une bande dans la direction ouest-est formant à peu près une tangente au Zuiderzee et la partie méridionale d'une bande dans la direction nord-sud de Dovenster à Maestricht. — M. J. W. Moll : *Sur l'hydrosimètre*. L'instrument servant à faire connaître la pression de l'eau dans les plantes ($\beta\omega\alpha\rho$ = eau, $\delta\pi\sigma\tau$ = choc) se distingue des instruments antérieurs en ce qu'il permet de tenir les deux colonnes de mercure aux mêmes niveaux. Il se compose d'une bouteille de Mariotte fixée à un tube en forme d'U par un serpent de caoutchouc, etc. — M. K. Martin présente : *Report on the geology of the Philippine Islands*, by G. F. Becker, followed by a version of « *Ueber tertiäre Fossilien von den Philippinen* » 1895, by K. Martin (Rapport sur la géologie des îles Philippines, suivi d'une translation de « *Sur les fossiles tertiaires des Philippines* »). — M. H. J. Hamburger présente les thèses de MM. G. A. van Lier : *Die Durchlässigkeit der rothen Blutkörperchen für die Anionen von Natriumsalzen* (La perméabilité des corpuscules rouges du sang pour les anions de sels de soude), H. J. van der Schroef : *Ueber die Permeabilität von Leukocyten und Lymphdrüsenzellen für die Anionen der Natriumsalze* (Sur la perméabilité des leucocytes et des cellules des glandes lymphatiques pour les anions de sels de soude), D. G. Ubbels : *Vergleichende Untersuchungen von mütterlichem Blute, fötalem Blute und Fruchtwasser* (Examen comparatif du sang maternel, du sang de fœtus et du liquide d'amnios). — M. J. W. van Bemmelen présente, au nom de M. J. F. van Bemmelen : *Der Schädelbau der Monotremen* (La structure du crâne des Monotrèmes). — M. B. J. Stokvis présente 1^o : *Virchow und die niederländische Medizin* (M. Virchow et la médecine en Hollande), et 2^o : *Der kleine Virchow* (Le petit Virchow).

P. H. SCHOUTE.

N. B. — Dans la *Revue générale des Sciences* du 15 novembre 1901, p. 133, colonne 2, ligne 20, au lieu de : *surfaces exposées au vent*, traduction de *wind-schief Flächen*, lire : *surfaces gauches*. S.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 25 novembre, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section d'Anatomie et de Zoologie, en remplacement de M. de Lacaze-Duthiers. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : en première ligne, M. Léon Vaillant, professeur au Muséum; en seconde ligne, MM. E. Bouvier, professeur au Muséum, Y. Delage, professeur à la Sorbonne, et F. Hennequy, professeur au Collège de France; en troisième ligne, MM. R. Blanchard, professeur à la Faculté de Médecine, F. Hous-say, maître de conférences à l'École Normale, et E. Oustalet, professeur au Muséum.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 63,

M. Y. Delage a obtenu	37 suffrages.
M. L. Vaillant —	25 —
M. E. Bouvier —	1 —

En conséquence, M. Yves Delage a été déclaré élu.

Le nouvel académicien est l'un des plus éminents parmi les zoologistes contemporains. L'Anatomie comparée et l'Embryologie lui doivent quelques-unes de leurs plus précieuses acquisitions. Ses beaux travaux sur le système circulatoire des Crustacés, sur le développement de la sacculine, la structure et l'évolution des Spongiaires sont aujourd'hui classiques. Ses recherches micrographiques expérimentales sur la fécondation et les premiers développements de l'œuf ont mis au jour une série de faits de première importance, dont devra, désormais, tenir compte toute tentative d'explication des phénomènes de reproduction et d'hérédité.

Depuis quelques années, M. Delage s'est principalement occupé des conditions mécaniques de l'évolution de la cellule, des tissus et des appareils organiques chez l'individu, et, tout en prenant lui-même une part active à cet ordre de recherches, s'est appliqué à faire connaître en France les travaux que divers naturalistes de Suisse et d'Allemagne poursuivent dans cette direction.

Professeur remarquable, M. Delage a su grouper

autour de sa chaire de nombreux auditeurs, et réussi à former, dans son laboratoire, quelques élèves, dont les thèses de doctorat ont été très justement appréciées. Grâce aux ouvrages didactiques qu'il a publiés sur l'ensemble de la Zoologie et qui permettent au débutant d'aborder cette science selon la bonne méthode, en allant du connu à l'inconnu, en étudiant — non plus des exposés généraux, pour lui vides de sens, — mais des faits concrets pour arriver progressivement aux lois générales; grâce à l'*Année biologique*, qui, régulièrement enregistre et précise les faits nouvellement acquis dans tous les départements de la Biologie générale et spécialement de la Zoologie, l'enseignement de M. Delage s'étend aujourd'hui bien au delà de la Sorbonne et des laboratoires qui dépendent de sa chaire : il porte ses fruits partout où la Zoologie est cultivée et, loin même de nos frontières, contribue puissamment au bon renom de notre science.

§ 2. — Mathématiques

L'étude des Mathématiques à l'Université de Genève. — Les professeurs de Mathématiques de l'Université de Genève ont eu l'idée excellente de rédiger pour leurs élèves une Note sur la façon d'étudier, la marche à suivre et la peine à s'imposer pour parvenir à une connaissance intelligente des Mathématiques supérieures. La question de méthode qu'ils agitent offrant un intérêt absolument général, nous pensons rendre service aux lecteurs en résumant ici leurs conseils.

Faisons d'abord remarquer, avec l'un de ces Maîtres, notre savant collaborateur M. H. Fehr, que, pour suivre avec fruit les cours de Mathématiques de l'Université, il est nécessaire d'avoir compris l'Algèbre élémentaire, les éléments de Géométrie, de Trigonométrie et de Géométrie analytique enseignés dans les écoles secondaires¹. Au sujet de l'intelligence précise de ces parties de la Science, M. Fehr² écrit très justement :

¹ A ce propos, M. Fehr cite fort justement comme un chef-d'œuvre de pédagogie mathématique, les *Leçons de Géométrie élémentaire* de M. J. Hadamard.

² H. FEHR : Les Leçons d'introduction et les Leçons de révision dans l'enseignement secondaire supérieur, *Enseignement mathématique*, n° 5 de 1901.

« Quels que soient les programmes et les manuels imposés par l'autorité scolaire, le maître ne doit jamais oublier que toutes les branches de l'enseignement secondaire doivent contribuer à développer chez les élèves la faculté d'attention et leur donner l'habitude de travailler d'une façon rationnelle. Il doit s'efforcer de mettre en évidence les idées fondamentales et de montrer les formes diverses sous lesquelles elles ont été appliquées. A cet effet, quelques remarques faites pendant le cours sont déjà d'une grande utilité. Mais il est indispensable qu'en outre le maître consacre de temps en temps une leçon à l'étude de questions générales embrassant à la fois plusieurs chapitres, étude dans laquelle il peut aborder soit le côté philosophique du sujet, soit le développement historique.

« A côté de ces considérations d'un caractère philosophique, les leçons générales doivent contenir quelques indications quant au *développement historique* de la branche étudiée. L'étude de chaque branche devrait se terminer par un court aperçu historique présenté sous la forme d'une simple causerie et limité aux faits les plus importants. Les questions historiques intéressent toujours vivement les élèves; ils tiennent à savoir quels étaient les moyens de calcul dont se servaient les Anciens, à quelle époque remonte l'usage des fractions décimales, comment les rapports trigonométriques se sont introduits dans les calculs, etc., etc. Le développement considérable qu'ont pris depuis une vingtaine d'années les recherches sur l'Histoire des Mathématiques, a donné lieu à de nombreuses publications; il existe aujourd'hui une série de manuels d'Arithmétique, d'Algèbre, de Géométrie et de Trigonométrie contenant un chapitre ou simplement quelques notes sur l'Histoire des Mathématiques. Il est donc facile au maître de compléter ses connaissances dans ce domaine afin d'en tirer parti dans son enseignement.

« Les *leçons de révision* se font assez généralement dans l'enseignement secondaire; mais ce sont presque toujours des révisions dans le sens étroit du mot: répétition pure et simple des règles ou des théorèmes, travail mécanique fait uniquement en vue des examens. *Pour que les leçons de révision soient d'une utilité réelle, il faut qu'elles apportent des considérations nouvelles, il faut qu'elles présentent le caractère d'une leçon générale.* La préparation aux examens, puisque examens il y a, n'en sera que meilleure, et le but que poursuit l'enseignement secondaire n'en sera que mieux atteint.

« Dans ces leçons générales, on se bornera à l'étude des notions fondamentales et de leurs conséquences immédiates. On attirera l'attention des élèves sur les formes, souvent très diverses en apparence, sous lesquelles une même propriété a été utilisée; on fera ressortir les liens qui existent entre les divers chapitres ainsi que les points de contact qui rattachent la théorie étudiée à d'autres branches de la science. Il y aura lieu, en outre, de passer en revue les applications les plus importantes et d'insister sur les méthodes de résolution auxquelles on peut avoir recours. »

Initiés à l'esprit des Mathématiques par un enseignement ainsi compris, les élèves sont en état de poursuivre à la Faculté l'étude des Mathématiques supérieures. Voici, sur la marche qu'ils ont à suivre à cet effet à l'Université de Genève, et sur la discipline qu'ils doivent s'imposer, les indications et conseils que leur donnent MM. C. Cailler, H. Fehr et R. Gautier :

« Les cours de Mathématiques pures et appliquées qui figurent dans les programmes de la Faculté se répartissent en cours *généraux*, donnés par les professeurs ordinaires, et en cours *spéciaux*, donnés par les professeurs ou les privat-docents. Les cours de cette seconde catégorie sont destinés soit aux commençants, soit aux étudiants plus avancés; leur objet peut varier d'un semestre à un autre. Nous n'envisagerons ici que les cours généraux. Ce sont les suivants: *Algèbre, Géométrie analytique* (semestre d'hiver), *Géométrie descriptive et projective* (semestre d'été), *Calcul diffé-*

rentiel et intégral, Mécanique rationnelle et Astronomie, avec les branches qui s'y rattachent.

« Nous ne conseillerions à personne de suivre à la fois l'ensemble de ces cours, d'autant plus que la plupart des étudiants sont appelés à assister, en outre, à certains cours appartenant aux sciences physiques ou chimiques. Pour être faite d'une manière rationnelle, *l'étude des éléments des Mathématiques supérieures doit être répartie sur une période de deux ans.*

« La *première année* doit être consacrée à l'*Algèbre*¹ et à la *Géométrie*², qui constituent une première initiation aux Mathématiques supérieures. Ces deux cours figurent encore dans les programmes et règlements d'examen, sous la dénomination incorrecte de « *Mathématiques spéciales* ». Chacun de ces cours comprend trois heures pendant toute l'année (théorie, deux heures; exercices, une heure). Seuls, les étudiants sortis en très bon rang de la Section technique du Gymnase, ou ayant une préparation équivalente, peuvent, éventuellement, suivre en même temps les leçons de Calcul différentiel et intégral.

« Le *Calcul différentiel et intégral* et la *Mécanique rationnelle* font l'objet de la seconde année d'études. Il est affecté à chacune de ces branches cinq heures par semaine (théorie, trois heures; exercices, deux heures).

« Relativement à l'*Astronomie* et aux branches rattachées à cette science, nous faisons les remarques suivantes :

« Le cours de Géographie physique, qui traite des questions générales de morphologie et d'océanographie, et plus spécialement de météorologie, est un cours qu'il sera bon de suivre pendant la première année.

« Une fois en possession des notions fondamentales, l'étudiant peut se livrer sans difficulté à une étude approfondie de quelques-unes des branches des Mathématiques supérieures. Il aura l'occasion de se familiariser avec les parties plus élevées de la science en prenant part aux *conférences* et en suivant les *cours spéciaux*.

« Ces conférences, faites au début du semestre par le professeur, puis, à tour de rôle, par les étudiants, poursuivent un double but; ayant pour objet l'étude des principes fondamentaux de telle ou telle branche des Mathématiques supérieures, pures ou appliquées, elles fournissent aux étudiants l'occasion de s'initier aux travaux de recherches.

« Dès ce moment, le travail personnel, accompagnant la lecture des ouvrages classiques, doit prendre la place prépondérante. A cet effet, les étudiants trouveront, soit à la *Bibliothèque mathématique de l'Université*, soit à la *Bibliothèque publique*, la plupart des ouvrages et revues dont ils pourront avoir besoin.

« A côté de ces branches, qui forment le bagage indispensable à tous ceux qui s'engagent dans le domaine des sciences mathématiques, physiques ou chimiques, l'étudiant ne doit pas perdre de vue le développement de sa *culture générale*. A cet effet, nous l'engageons à suivre régulièrement, dès la seconde année si possible, au moins un cours de la *Faculté des Lettres et des Sciences sociales*. Il ne doit pas oublier que la culture universitaire ne comprend pas seulement l'étude approfondie d'un tel domaine de la science, mais, de plus, des vues générales sur l'ensemble des connaissances humaines.

« En première ligne, nous devons signaler la *Philosophie* et, de plus, pour ceux qui se destinent à l'enseignement, la *Pédagogie*.

« Il nous paraît indispensable de faire suivre ces conseils relatifs au choix des cours de quelques conseils sur la *méthode de travail*. Le développement de l'esprit

¹ Le programme d'Algèbre comprend, entre autres, les théories suivantes: Déterminants; Dérivées et Intégrales définies; Séries; Théorie générale des équations.

² Géométrie analytique à deux et à trois dimensions; Géométrie descriptive et projective.

mathématique ne peut se faire d'une façon rationnelle que si l'étudiant fait preuve de volonté, de persévérance et d'initiative dans le travail. L'acquisition des connaissances mathématiques exige un effort constant. Une fréquentation régulière, non seulement des cours, mais aussi des leçons d'exercices est indispensable. Les notes prises au cours seront aussi brèves que possible; elles devront toujours être revues et développées à la maison, le jour même si possible. Pour ceux des étudiants qui font des Mathématiques leur principal objet d'étude, ces notes devront souvent être complétées à l'aide des traités classiques. Dans tous les cas, il s'agit non pas d'accumuler des notes et de se livrer à un simple travail de rédaction, au point de vue du soin et de l'ordre dans le texte, mais, avant tout, d'un *travail d'assimilation*. C'est à ce moment-là que l'étudiant se rendra compte s'il a compris l'enchaînement des idées et la méthode employée dans la démonstration. S'il reste des points obscurs, il s'efforcera de les faire disparaître, et, en cas d'insuccès, il s'adressera le lendemain, soit à un camarade, soit à son professeur, qui sera toujours heureux qu'on lui signale les passages pouvant offrir quelque difficulté.

« De plus, il est indispensable qu'à la fin de chaque chapitre l'étudiant se livre à un *travail de révision*, qui lui permettra de se rendre compte d'une façon précise des idées directrices auxquelles on a eu recours, et qui, étendu à un ensemble de chapitres, lui donnera une vue générale sur les questions développées et sur les liens qui peuvent exister entre elles. Ce travail de révision devra être repris et développé pendant les vacances; il devra être accompagné de nombreux exercices. La résolution de quelques problèmes permet souvent, mieux que toute révision, de constater les lacunes qui restent à combler.

Les cours universitaires ne fournissent pas un exposé dogmatique de la branche traitée; d'ailleurs, le temps accordé aux diverses théories ne le permettrait pas. Ils doivent être envisagés comme un simple guide et comme un stimulant pour l'étude personnelle. Ceux qui poursuivront les études mathématiques, en fréquentant les conférences et les cours spéciaux, se feront peu à peu une idée générale de l'ensemble des sciences exactes; ils seront mis à même de suivre le développement de la science dans le domaine auquel ils se sont plus spécialement consacrés et, plus tard, pourront à leur tour contribuer à ses progrès. »

§ 3. — Astronomie

La carte du Ciel. — Sous les auspices de l'Académie des Sciences, vient d'être publié le compte rendu des séances de la Réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel. Conformément à la décision prise dans la session de 1896, la nouvelle Conférence internationale s'était tenue à Paris, en juillet 1900, pour poursuivre l'examen des mesures destinées à assurer le succès de cette entreprise.

Les résultats acquis sont déjà nombreux, présentent une valeur scientifique réelle, et, bien que ce grand travail soit inachevé, il faut faire remonter le mérite d'un pareil monument scientifique à l'initiative hardie de Mouchez et à la féconde sollicitude de Tisserand, qui parvint à grouper tant de bonnes volontés et de talents.

Sans doute, comme en toute réunion un peu nombreuse, trop peut-être pour produire un travail effectif, on s'est fort congratulé mutuellement; cependant les directeurs ou représentants des divers observatoires ont présenté des Rapports sur l'état des travaux concernant la carte du Ciel et il est juste de reconnaître que la plupart des adhérents fournissent un travail effectif. On dut déplorer pourtant la défection de l'Observatoire de La Plata, de celui de Rio de Janeiro sous la direction de A. Cruls, et de celui de Santiago avec M. Öbrecht; mais, il est vrai, leurs collègues se sont empressés de se distribuer la besogne qui leur avait été primitivement attribuée

et, de plus, de nouvelles initiatives fructueuses se sont révélées avec M. Thome, directeur de l'Observatoire de Cordoba, dans la République Argentine, et M. Legrand, qui fonde un observatoire dans sa propriété, aux environs de Montevideo, avec le concours précieux du Gouvernement de l'Uruguay.

Il s'est encore fait place pour une bonne coopération: certains observatoires sont remplis de bonne volonté, quoique fort pauvres; d'autres, sans être riches! ont cependant des ressources plus étendues. Les derniers se sont offerts à prêter leur concours, soit pour la mesure, soit au besoin pour la réduction des clichés des moins favorisés de la fortune. Puis, sont venues les questions plus techniques: choix du catalogue fondamental auquel seront rattachées les étoiles de repère; utilité de déterminer ces étoiles par des observations méridiennes, à une époque qui ne soit pas trop éloignée de celle de la pose du cliché, etc... On pourrait s'étonner que ces questions n'aient pas été réglées dès l'origine; cela eut, certes, été préférable, mais il faut convenir qu'il est impossible — ou du moins fort malaisé — de régler à l'avance tout les petits détails; au reste ceux-ci sont relativement moins importants que ceux dont nous allons avoir à parler.

Pour la détermination des grandeurs photographiques, par exemple, l'entente est loin d'être réalisée en vue de l'adoption d'un procédé uniforme: c'est là un inconvénient, un défaut d'entente à regretter, malgré tous les beaux rapports où chacun est venu développer sa propre méthode. Puis, il reste encore les questions relatives à la publication des catalogues photographiques, les éléments qu'il serait désirable de fournir avec des coordonnées rectilignes, etc...; quelques observatoires ont déjà commencé la publication d'un catalogue photographique, ont engagé des travaux relatifs à cette publication et l'on en est encore à étudier les diverses dispositions typographiques qu'il est opportun de donner à ces documents. Ceci est une erreur assez importante et, pour l'homogénéité même de ce travail, on aurait dû s'entendre avant d'entamer les publications proprement dites.

Sans nous arrêter à une enquête projetée sur le nombre probable des étoiles pour les différentes zones, nous devons, au moins, signaler la recherche, d'un intérêt général, des mesures propres à assurer la conservation des clichés. M. Bouquet de la Grye signale le résultat satisfaisant obtenu pour les plaques photographiques du passage de Vénus, en 1882: elles sont restées, depuis, sans modifications sensibles et les seules précautions prises pour conserver ces plaques ont consisté à les maintenir dans un endroit sec, c'est-à-dire simplement à l'abri de l'humidité, mais non dans une atmosphère complètement desséchée par des substances capables d'absorber la vapeur d'eau, ce qui peut entraîner à se craqueler les plaques soumises à une telle action. Voici, d'ailleurs, la solution préconisée par M. L. Lumière: lavage aussi complet que possible après le fixage, alunage au moyen de l'alun de chrome, suivi d'un lavage abondant, dessiccation et maintien des clichés à l'abri de l'humidité. Contrairement à la pratique de certains auteurs, il faut proscrire absolument l'emploi des vernis dont les résines s'oxydent sous l'action de l'air, en sorte que le vernis finit par se craqueler; il faut éviter l'application d'une couche de collodion normal sur le cliché pour ne pas avoir à compter avec un dégagement de vapeurs nitreuses, qui pourraient, à la longue, altérer le pyroxyle lui-même; quant à l'emploi du formol, souvent préconisé, on peut dire que le formol a l'inconvénient de modifier la constitution de la gélatine et d'en rendre la couche fragile et cassante. De même, naturellement, il faut éviter de conserver les clichés dans des boîtes métalliques, ou même de bois, hermétiquement closes, car si de l'air saturé d'humidité s'était trouvé une fois enfermé dans ces boîtes, on aurait à redouter ensuite les effets fâcheux d'une condensation de la vapeur d'eau sur le cliché, sous l'action d'un abaissement de la température.

Enfin, et cela surtout est le but important de cette réunion, une Commission spéciale fut nommée pour étudier la petite planète Eros; mais nous avons tenu le lecteur au courant, au fur et à mesure, de cette recherche particulière.

Étoile à fort mouvement propre. — L'étoile 1830 Groombridge est animée d'un mouvement extrêmement rapide, qui lui permet de parcourir un degré en cinq cents ans, et, si l'on adopte le chiffre de 0,14 pour sa parallaxe, sa vitesse perpendiculaire au rayon visuel peut être estimée à 240 kilomètres par seconde. Il paraît bien qu'un astre de l'hémisphère austral aille encore plus vite, mais toute détermination numérique est impossible, comme vitesse réelle, car sa parallaxe est malheureusement inconnue.

En outre, d'après le Bulletin de *Lick Observatory*, on vient de tenter à Lick la détermination de la vitesse radiale de 1830 Groombridge à l'aide du spectrographe Mills : quatre photographies spectrales s'accordent pour faire estimer que cette étoile se rapproche de la Terre avec une vitesse de 23 kilomètres par seconde.

La géographie de Mars. — Cette science fait des progrès de jour en jour, de sorte qu'il est bien légitime d'en dire un mot de temps à autre. Et cependant, la tâche n'est pas facile! De prime abord, le mot de *science* risque en l'espèce de paraître bien présomptueux; pourtant il n'est guère exagéré.

Certes, la connaissance de Mars rentre d'une manière générale dans l'Astronomie : l'astronome doit en faire des observations positionnelles, il doit chercher ensuite à les enserrer dans des formules et déployer là toutes les ressources de la Mécanique céleste. Mais la géographie de Mars? Ici le vulgaire — le vulgaire astronome entendons-nous — en sait autant que le dilettante : il connaît les *canaux* et a entendu dire que des pionniers laborieux les observaient sans cesse. Et, en effet, il s'est formé un groupe d'observateurs zélés qui se sont spécialisés dans l'observation de cette planète : à cet égard, la propagande de M. Flammarion ne fut pas sans entraîner un grand nombre d'amateurs, et, lui-même, avec M. Antoniadi, continue des observations régulières à Juvisy.

Mais voilà où commence la difficulté : cette société d'admirateurs de Mars n'a pas tardé à tout baptiser. La moindre ligne, la plus petite nébulosité, tout point brillant, toute zone noire, tout a un nom : c'est un nouveau vocabulaire assez inextricable. Cependant, il faut reconnaître que, du moins pour les adeptes, cette géographie se développe très rapidement : elle est purement descriptive, si l'on veut, mais la moindre singularité superficielle est immédiatement notée, située, dénommée, et suivie dans ses moindres transformations.

Alors, comment rendre compte de toutes ces recherches? Sans doute nous voyons bien que, dans un observatoire officiel, à Meudon, M. Millochau poursuit de telles études; mais, d'autre part, il faudrait tout un article pour énumérer les *amateurs*, sur toute la surface de la Terre, qui s'intéressent à cette question. De plus, une nouvelle difficulté surgit si l'on veut analyser ces travaux si spéciaux, difficulté qui naît de ce que les auteurs ont fini par acquérir un vocabulaire un peu trop conventionnel à notre avis. Mais écoutons-les plutôt en ce qui concerne les particularités de Mars à son opposition de 1904 : *Hesperia*, facile, paraît se continuer avec *Ausonja*; *lac Maris* très difficile; *Euphrate* très faible et difficile; *la fontaine Siloë* n'est pas très difficile; *Deucalionis Regis* très estompée; etc., etc.; il y en aurait un volume à écrire de la sorte, et le lecteur ne serait pas très avancé, même si nous lui disions encore où en étaient la grande Syrtis, Nerigos, le portus Sigeus, le Nilokeras, Ihephestus, l'Eunostos et Cyclops — ces quelques termes n'étant destinés qu'à donner une idée de la littérature marsienne.

Mars, cette année, présentait une opposition défec-

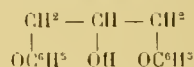
tuense, à une très grande distance de la Terre, et son diamètre apparent n'a pas dépassé 14".1; et, cependant, les observations sont loin d'avoir été infructueuses : on n'a pu relever aucun changement dans les détails topographiques importants de la planète; les canaux furent larges et souvent diffus, les lacs composés de points noirs entourés d'une pénombre. — quelques-uns d'entre eux s'étant peut-être dédoublés.

On a fait un relevé assez complet des terres qui blanchissent avec l'obliquité; les canaux avaient l'aspect de chapelets de petites masses sombres et irrégulières. Enfin, la calotte polaire boréale a paru bien centrée autour du pôle; on a suivi avec soin ses dimensions au fur et à mesure de la fonte des neiges et des glaces; parfois encore, on a pu noter de subites augmentations dans son diamètre, d'un caractère particulier et qu'il paraît vraisemblable d'attribuer à la présence de masses nuageuses considérables.

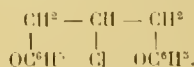
Il nous est bien difficile malheureusement de donner plus de détails tant que cette géographie restera aussi peu classée au point de vue systématique, et, maintenant que les efforts ont porté leurs fruits, maintenant que l'on possède un grand nombre de faits et de descriptions concordants, il serait à souhaiter qu'une entente s'établisse pour débaptiser toutes les petites localités, et pour établir à nouveau une géographie de Mars plus simple, mieux classée, qui serait accessible aux semi-ignorants non spécialistes.

§ 4. — Chimie

Action des chlorures de phosphore sur les éthers aromatiques de la glycérine. — L'éther symétrique



a été obtenu pour la première fois par Rössing¹ à partir de la dichlorhydrine. Un peu plus tard, Linderman² prépara les éthers phényle et *p*-tolylique au moyen de l'épichlorhydrine. Ces composés paraissent être les seuls représentants des éthers aromatiques de la glycérine qui ont été décrits jusqu'ici, et leurs propriétés sont incomplètement connues. En particulier quand, sur l'éther diphenylique, on fait agir le pentachlorure de phosphore, on obtient, d'après M. D. R. Boyd³, le chlorure :



Mais, si, au contraire, on emploie le trichlorure de phosphore, il se forme un dérivé phosphoré, qui, traité par l'eau, fournit à son tour un acide *diphényloxyisopropylphosphoreux*.

Avec les éthers phényle-*p*-tolylique et di-*p*-tolylique de la glycérine, on obtient également, par l'action du trichlorure de phosphore, puis de l'eau, les acides phényle-*p*-tolylyl et ditolyloxyisopropylphosphoreux.

Cette réaction est quelque peu en désaccord avec les observations de Jaroschenko⁴ relatives aux alcools primaires. Les acides phosphoreux ainsi obtenus sont des corps sirupeux dont les sels sont assez instables.

§ 5. — Physiologie

Sur l'érepsine, diastase de l'intestin. — On sait, grâce aux recherches de Salvioli, d'Hofmeister, de Neumeister, que les produits de la digestion des substances protéiques ne pénètrent pas dans le sang sous la forme de protéoses ou de peptones. En effet, on ne peut

¹ Ber., 1886, t. XIX, p. 63.

² Ber., 1891, t. XXIV, p. 2147.

³ D. R. Boyd : Chem. Soc., t. LXXIX, p. 1221.

⁴ Chem. Centr., 1897, p. 333.

manifester dans le sang la présence de ces substances, malgré la sensibilité des méthodes d'analyse que nous possédons, même au moment du maximum d'activité de l'absorption intestinale; ce résultat négatif ne saurait être attribué à une transformation rapide des protéoses et peptones du sang par un organe tel que le foie, par exemple, car les protéoses et peptones directement introduites dans le sang, passent en totalité dans les urines, sans avoir subi la moindre transformation.

En mélangeant *in vitro* une solution de protéoses et de peptones et du sang défibriné, et en y introduisant des fragments d'intestin de chien, Neumeister a montré que les protéoses et peptones ne tardent pas à disparaître dans ce mélange. Il en concluait que ces substances sont transformées par la muqueuse intestinale en substances albuminoïdes naturelles, la muqueuse intestinale jouant vis-à-vis des peptones le même rôle d'agent de synthèse qu'elle joue déjà vis-à-vis des produits de dédoublement des graisses.

Dans un intéressant travail publié dans le *Zeitschrift für physiologische Chemie*, Otto Cohnheim arrive à des conclusions toutes différentes. Répétant l'expérience de Neumeister sur une solution de peptones peptiques, soit en présence de sang défibriné, soit en l'absence de sang défibriné, il montre que les peptones ne tardent pas à disparaître : la liqueur soumise à la température d'ébullition en présence de chlorure de sodium et d'acide acétique, et débarrassée par filtration du volumineux coagulum qui s'est produit (au moins dans le mélange avec du sang défibriné, ne donne plus la réaction si sensible du biuret : elle ne contient donc plus de protéoses et de peptones. Mais cette même liqueur donne avec l'acide phosphomolybdique un abondant précipité d'aspect cristallin, contenant, sous une forme chimique non déterminée par Otto Cohnheim, la totalité de l'azote introduit primitivement sous forme de peptone. Les protéoses et peptones sont donc transformées par la muqueuse intestinale non pas en substances protéiques coagulables, mais en substances solubles dans l'eau, non coagulables par la chaleur, précipitables par l'acide phosphomolybdique, n'appartenant plus au groupe des protéoses, puisqu'elles ne donnent plus la réaction du biuret.

Cette transformation n'est pas un phénomène vital lié à la présence et à l'activité immédiate de la muqueuse intestinale vivante. En effet, une macération d'intestin, débarrassée du tissu par filtration, détermine, dans une solution de protéoses et de peptones, les mêmes transformations que la muqueuse elle-même. On est ainsi conduit à admettre dans la muqueuse intestinale et dans ses macérations la présence d'une diastase.

En faisant agir cette diastase purifiée (sinon pure), par des procédés qu'il est inutile de décrire ici, sur une solution de protéoses et de peptones, Otto Cohnheim a pu retirer de la liqueur des cristaux de leucine et de tyrosine, et obtenir avec cette liqueur la réaction colorée de Millon (caractéristique de la tyrosine, ou de substances contenant le noyau tyrosine dans leur molécule). On est ainsi conduit à se demander si les résultats que nous venons de signaler ne doivent pas être rapportés à la présence de trypsine (transformant les albuminoïdes en acides amidés) dans la muqueuse intestinale qui a servi à faire ces expériences; et cela, d'autant plus, que la présence de trypsine en petite quantité a été signalée dans la muqueuse intestinale cinq jours après suppression de tout écoulement de suc pancréatique. Otto Cohnheim démontre que l'agent de la transformation intestinale des protéoses et peptones n'est pas de la trypsine, mais un autre ferment soluble, qu'il appelle l'*érep sine* : en effet, la trypsine peptonise la fibrine, tandis que la diastase des macérations intestinales, très active vis-à-vis des protéoses et peptones, n'agit pas sur la fibrine.

L'*érep sine* est fabriquée par la muqueuse intestinale

elle-même, car on la retrouve abondante dans les macérations d'auses intestinales, isolées depuis plusieurs jours.

L'importance de ce travail n'échappera pas aux lecteurs, car la question de la destinée des protéoses et peptones intestinales, qui était considérée comme résolue par les travaux de Neumeister, se trouve de nouveau posée.

§ 6. — Sciences médicales

Mesures sanitaires à bord des navires. —

M. le Professeur Bernheim, qui faisait partie de notre XIII^e croisière, si malencontreusement arrêtée par la peste, vient de faire connaître, dans la *Revue Médicale de l'Est*, son appréciation sur l'organisation du lazaret du Frioul. Il termine cet intéressant article en recommandant l'étude des mesures sanitaires que voici :

« 1^o Le procédé de désinfection totale des navires sera réglementé; il doit être placé sous la surveillance effective et continue d'agents compétents du Service sanitaire. Des équipes spéciales, dont feront partie des hommes de l'équipage, seront dressées à cette pratique et instruites de façon à la réaliser suivant les règles de la science;

« 2^o Chaque navire devra être inspecté minutieusement dans toutes ses parties avant son chargement et une seconde fois avant l'embarquement des passagers;

« 3^o Au moment de l'embarquement, chaque passager et homme de l'équipage sera soumis à une inspection médicale;

« 4^o Quand un navire a été infecté par une maladie infectieuse ou contagieuse, il devra, après sa désinfection, rester en observation pendant un temps à déterminer et ne recevoir des passagers qu'après avoir été habité pendant un certain temps par les hommes de l'équipage, sans nouveau cas;

« 5^o Chaque navire faisant de longs voyages devra être muni d'appareils à désinfection. Le Service médical y devra avoir à sa disposition du vaccin, des sérums antipesteux, antidiphthérique, etc., en quantité suffisante. Il devra être muni d'un petit laboratoire de bactériologie; le médecin du bord devra être familiarisé avec les recherches élémentaires indispensables au diagnostic;

« 6^o Aussitôt qu'un cas de maladie contagieuse se présente à bord, le malade sera isolé dans une cabine prévue à cet effet; la désinfection des locaux jugés contaminés sera faite. Des inoculations préventives seront pratiquées, s'il y a lieu, sur les passagers et les hommes de l'équipage;

« 7^o S'il s'agit d'une maladie contagieuse dont le caractère exige une désinfection radicale et un isolement des passagers, telle que peste, choléra, typhus, fièvre jaune, etc., le navire sera dirigé sans délai vers un lazaret;

« 8^o Arrivé devant le lazaret, tout le personnel, équipage et passagers, sera immédiatement débarqué. Si les locaux du lazaret sont occupés ou insuffisants, il sera provisoirement transbordé sur un bateau ponton où il séjournera jusqu'à ce que le lazaret soit prêt à le recevoir. Les effets et colis sont laissés provisoirement sur le navire; ne seront transbordés sur le bateau ponton que les effets indispensables préalablement désinfectés;

« 9^o Le personnel du navire, aussitôt après son débarquement, avant de pénétrer dans les pavillons du lazaret, passera par un grand bâtiment à désinfection où personnel et effets seront soumis à une désinfection préalable, après laquelle seulement ils seront admis à entrer dans le lazaret;

« 10^o Les locaux divers du lazaret seront aménagés suivant les règles de l'hygiène et du confort; ils seront toujours en état de recevoir. Ils seront périodiquement inspectés par les agents du Service sanitaire, qui s'assureront de son parfait aménagement. »

LES MÉCANISMES MOLÉCULAIRES

DE LA VARIATION DES RACES ET DES ESPÈCES

L'analyse rationnelle des faits matériels, confrôlée sans cesse par le calcul et l'expérience, est la seule route, route étroite et raboteuse, il est vrai, qui mène sûrement à la vérité. L'étude du plus petit phénomène, si elle était suffisamment analytique et complète, nous conduirait à la connaissance des lois de l'Univers, car, dans l'édifice admirable de la Nature, tout se tient, s'équilibre et s'enchaîne. Cette pensée me revient à l'esprit quand je songe au point de départ du présent travail. Il a eu pour origine l'examen du *pigment des vins rouges*; l'étude attentive de ce pigment m'a logiquement conduit à chercher l'explication des mystérieux mécanismes qui président à l'évolution des êtres vivants.

On connaît, dans le genre *Vitis*, une vingtaine d'espèces à fleurs hermaphrodites, originaires de l'Ancien-Continent, et quinze environ à fleurs dioïques ou polygames, dites *Vignes américaines*. A elle seule, l'espèce *Vitis vinifera* fournit un nombre considérable de variétés ou cépages : L. Portes et Ruysen, dans leur *Traité de la Vigne*¹, en décrivent 719; ils donnent, en plus, des indications sur 200 autres cépages américains. Le savant ampélographe V. Pulliat, dans son exploitation de Chiroubles, avait réuni près de 2.000 variétés de vignes.

Quelle est l'origine de ces innombrables races, et comment se fait-il que, dès qu'un végétal est utile ou agréable à l'homme par ses fruits, ses fleurs ou son feuillage, on voie se multiplier ses variétés comme à plaisir et presque indéfiniment, ainsi qu'il arrive pour la vigne, le pommier, le poirier, l'oranger, le caféier, le tabac, le rosier, les bégonia, etc. ?

Pour le botaniste et le zoologiste, ce qui distingue l'espèce, c'est un ensemble de caractères se répétant chez un grand nombre d'individus, et pouvant se transmettre héréditairement, sans que, de génération en génération, de semis en semis, ces caractères communs, dits spécifiques, viennent à disparaître. Toutefois, parmi les individus d'une même espèce, des modifications sensibles peuvent se produire permettant de les classer en variétés ou races : elles font apparaître des *caractères de second ordre qui se différencient des premiers par leur variabilité même* et quelquefois par leur manque de fixité. Ces modifications secondaires peuvent s'accroître ou

disparaître après quelques générations ou semis successifs, et la majeure partie des individus ainsi reproduits, perdant les caractères secondaires qui avaient fait distinguer les races, revient à l'un des types stables de l'espèce ou des espèces primitives.

L'espèce est donc variable dans une certaine mesure, et l'on peut se demander :

1° Dans quelles conditions naissent et se propagent les nouvelles races ;

2° En quoi consistent les variations ainsi survenues ;

3° Par quel mécanisme intime se produisent ces transformations de races et d'espèces ?

I

On sait qu'on obtient généralement les races nouvelles par deux procédés :

1° En accouplant deux variétés distinctes (*Métissage*) ou deux espèces plus ou moins rapprochées (*Hybridation*). On réussit généralement, chez les végétaux, en pollinisant une variété ou une espèce par le pollen d'une autre, recueillant les graines qui en résultent, les semant et choisissant les pieds qui ont varié dans le sens qu'on désire pour les reproduire ensuite indéfiniment par greffe ou par bouture ;

2° En profitant des hasards heureux qui font apparaître de temps à autre des individus, ou parties d'individus, différents de ceux au milieu desquels ils vivent, séparant ces sujets et les reproduisant, par accouplements réciproques s'il s'agit des animaux, par greffe ou par bouture si l'on veut conserver des variétés végétales.

J'analyserai plus loin les conditions qui donnent naissance à ces variations dites *spontanées* ou de *hasard*, et je ferai connaître un nouveau principe de production de races, j'oserai presque dire, d'espèces, principe resté à peu près ignoré ou presque improductif jusqu'ici, mais dont la connaissance semble devoir mettre en nos mains les plus puissants moyens d'action dont nous puissions disposer pour modifier les êtres vivants.

Inutile de m'étendre sur la pollinisation entre races ou espèces différentes; j'essaierai seulement tout à l'heure d'analyser les effets que nous désignons sous les noms de métissage et d'hybridation. Mais, si, dans cet ordre de faits, tout est enveloppé de mystère, ce mystère s'accroît encore lorsque

¹ Paris, 1886. O. Doin, éditeur.

la variation paraît se produire comme d'emblée et spontanément. On a longtemps cru qu'elle s'expliquait, dans ces cas, par une sorte de retour au type ancestral, par télégonie, par les hasards d'une pollinisation venue de races ou d'espèces étrangères ayant primitivement agi sur la fleur, l'ovule et la graine qui porte désormais en elle la raison immédiate ou lointaine de la variation du végétal à venir. Mais on ne saurait expliquer ainsi, pour prendre un exemple, la pousse d'un rameau d'*Aralia* à feuilles simples se faisant tout à coup sur un pied d'*Aralia* à feuilles profondément heptalobées, ou l'apparition, sur un *Ligustrum ovalifolium* normal à feuilles opposées deux à deux, de branches vigoureuses à feuilles verticillées. Or, ces faits de variations partielles et subites et leurs analogues sont aujourd'hui innombrables.

Pour tenter de les éclairer, il est indispensable d'établir auparavant en quoi consiste essentiellement la modification d'où résulte l'hybride ou le métis nouveau.

Lorsqu'un végétal varie et se transforme, en partie ou en totalité, en une race nouvelle, la taille et le port, la forme et l'abondance de feuilles, des rameaux et des racines, la couleur des fleurs, l'aspect, le goût et le parfum des fruits, leur richesse en produits nutritifs, leur précocité, l'hypertrophie ou l'atrophie de certains organes secondaires, la résistance de la plante au froid, à la chaleur, à la sécheresse, à l'attaque des moisissures ou des Insectes, etc., tous ces caractères extérieurs, ou du moins quelques-uns, se modifient plus ou moins, et l'on croit généralement que la variation se résume dans l'ensemble de ces changements presque tous quantitatifs, de telle sorte qu'il semble qu'on pourrait expliquer les modifications observées en admettant que la nutrition, devenue prépondérante, de telles ou telles parties du végétal, de tels ou tels organes, est l'origine de ces variations de formes. C'est là, du moins, ce que je pensais, et tout le monde comme moi, jusqu'en 1877. Mais j'ai montré, vers cette époque, en étudiant les catéchines des Acacias, et surtout de 1878 à 1886, en faisant un long et minutieux examen des matières colorantes produites par les différents cépages¹, et, plus tard, en examinant les alcaloïdes des tabacs, les tanins végétaux, les diverses albumines animales, etc., que chaque fois qu'il y a variation et production d'une nouvelle race, non seulement les caractères extérieurs, anatomiques et histologiques, du nouvel être varient, mais encore

que la structure et la composition même de ses plasmas, ou du moins des produits immédiats de leur fonctionnement, varient parallèlement, aussi bien dans les cellules destinées à la reproduction que dans les cellules somatiques ou végétatives, dont les plasmas et produits spécifiques sont tous frappés de variation.

J'ai découvert ce principe et en ai donné les preuves expérimentales, en particulier au cours de mes recherches sur les matières colorantes des vins. A cette époque, se fondant sur quelques observations très incomplètes de Mulder et sur un bon Mémoire de A. Glénard, alors doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, on croyait que la matière colorante des vins, l'*Ornoyanine* de Mulder, l'*Onoline* de Glénard, constituait une seule et même substance pour tous les cépages à vins rouges, et que la variété de coloris des diverses races de raisins tenait à la quantité relative de ce pigment et aux produits accessoires qui pouvaient l'accompagner ou s'unir à lui, tels que les matières tanniques ou colorantes secondaires, le fer, etc. Glénard n'avait même pas cru devoir, dans son Mémoire¹, dire quel cépage lui avait fourni la matière colorante des vins rouges qu'il avait étudiée sous le nom d'*onoline*. Je sus plus tard par lui qu'il l'avait retirée, en 1858, du vin de Gamay que produit le cépage bourguignon de ce nom. Il lui avait trouvé la composition C¹⁸H¹⁰O⁵, que nous remplacerons par la formule polymère de même composition C³⁶H²⁰O²⁰. Mais les recherches que je fis sur l'onoline en 1878 m'ayant amené à une autre composition, en cherchant la raison de cette différence et approfondissant ce sujet, je finis par m'apercevoir que chaque cépage possède une matière colorante spécifique, matière qui lui est propre, et qu'on peut distinguer à la fois par ses caractères chimiques et par sa composition centésimale. C'est ainsi que les cépages suivants me fournirent les matières colorantes dont j'inscris ici les formules :

L'Aramon	C ¹⁸ H ¹⁰ O ²⁰
Le Carignan	C ³² H ³⁰ O ²⁰
Le Grenache	C ¹⁶ H ¹⁰ O ²⁰
Le Teinturier	C ¹⁸ H ¹⁰ O ²⁰
Le Petit Bouschet	C ³² H ³⁸ O ²⁰
Le Gamay	C ¹⁶ H ¹⁰ O ²⁰

L'analyse très attentive de chacune de ces substances colorantes² permet donc de les différencier ; mais leur examen un peu précis suffirait déjà pour enlever tous les doutes sur leur non-identité. Quel-

¹ Voir : *C. Rend. Acad. Sciences*, t. LXXXIV, p. 342 et 752 ; t. LXXXIV, p. 668 et 1507 ; t. LXXXVII, p. 54. — *Bull. Soc. chim.*, [2], t. XXVII, p. 496. — Article VIN, du *Dictionnaire de Chimie de Wurtz*, t. III, p. 691. — *Mécanisme de la variation des êtres vivants*, par ARMAND GAUTIER, en HOMMAGE A M. CHEVRELL, p. 39, et suiv. F. Alcan, éditeur, Paris, 1886.

² *Ann. Chim. phys.* [3], t. LIV, p. 366.
² On remarquera que la plupart de ces formules sont divisibles par 2 et souvent par 4, ce qui simplifie beaucoup les difficultés de l'analyse. Ces substances se comportent comme des acides-phénols complexes répondant à des sortes de tanins colorés.

ques-unes sont solubles dans l'eau pure, comme celles que donnent le Teinturier et le Petit-Bouschet; les autres, et c'est le plus grand nombre, sont insolubles. Les unes précipitent l'acétate de plomb en bleu indigo, tels les pigments du Carignan ou du Teinturier, etc.; d'autres en vert foncé, comme celui de l'Aramon. Les unes sont aptes, après leur préparation, à se polymériser et à devenir lentement insolubles dans l'alcool, comme la couleur du Carignan. Des matières colorantes satellites et différentes à chaque cas, accompagnent les principales en faible proportion; parmi elles, on en distingue même d'azotées. En un mot, tous ces pigments issus de races de vignes différentes *constituent des espèces chimiques définies, caractéristiques, différentes en chaque cépage*⁴.

Les mêmes faits s'observent pour les tanins formés par les espèces de même famille végétale et quelquefois pour ceux que fournissent des plantes de même espèce, mais non de même variété, et, ce qui pourrait surprendre encore davantage, dans un même végétal, comme le chêne, pour les tanins de telles ou telles parties de la plante.

J'ai fait des remarques semblables pour les catéchines, corps intermédiaires entre les tanins et les pigments colorés: chaque acacia (*Acacia catechu*, *A. farnesiana*, *A. arabica*, etc.) produit sa catéchine spéciale, comme chaque cépage donne sa matière colorante propre.

On peut généraliser encore et faire, pour les essences hydrocarbonées, pour les camphres, les alcaloïdes, etc., des observations analogues. Le *Pinus maritima* des Landes donne un térébenthène C¹⁰H¹⁶ déviant à gauche le plan de la lumière polarisée; le *Pinus australis* de la Caroline fournit une essence correspondante C⁹H¹⁴, de même composition, mais qui dévie à droite. Certaines variétés de menthe poivrée présentent une curieuse modification: elles portent à l'extrémité de leurs rameaux non pas des fleurs purpurines en verticilles interrompus à la base et formant des épis obtus, mais des grappes semblables aux sommités du basilic après que sont tombés les pétales. Cette variété de menthe poivrée, dite *basiliquée*, peut même n'apparaître que sur certains rameaux d'un individu par ailleurs normal. Or, tandis que l'essence produite par la menthe poivrée ordinaire est lévogyre et d'une odeur agréable, celle qu'on extrait des plantes basiliquées, ou de leurs rameaux, est dextrogyre et présente une tout autre odeur (E. Charabot et Ebray).

Il faut maintenant faire un pas de plus. Remarquons que ces matières colorantes, ces tanins, ces catéchines, ces essences, ces camphres, ces alcaloïdes, etc., sont des produits directement issus des transformations des plasmas cellulaires; et, si les principes formés dans ces cellules ont varié dans leur structure et leur composition, il faut que les plasmas dont ils sont originaires aient eux-mêmes varié sous l'action des causes, quelles qu'elles soient, qui ont déterminé la variation de la plante et l'apparition d'une race nouvelle.

Que les matériaux des plasmas vivants soient différents entre eux suivant l'espèce ou même la race, nous en avons la preuve chaque fois que nous examinons soigneusement les substances albuminoïdes qui composent les plasmas de la cellule et de son noyau. Nous savons aujourd'hui que ces matières albuminoïdes, autrefois toutes confondues entre elles, se différencient très sensiblement dès qu'on passe d'une espèce à une autre, et, pour un même individu, presque d'un état à un autre. Les recherches sur les albumines de mêmes groupes chimiques, mais appartenant aux espèces animales les plus rapprochées, telles que le singe et l'homme, le cheval et l'âne, etc., et surtout les travaux modernes sur les antitoxines et les anticorps, sont venus démontrer cette variation à peu près indéfinie. On a depuis longtemps remarqué qu'en passant d'un animal à l'autre, l'hémoglobine du sang diffère chaque fois, comme le démontrent ses formes cristallines, ses propriétés secondaires et les hémâtènes qui en dérivent (P. Cazeneuve). On sait depuis longtemps que l'albumine de l'œuf d'oiseau, injectée dans les veines d'un mammifère, est aussitôt rejetée par les reins: elle ne peut entrer directement dans la constitution des plasmas spécifiques de ces animaux. Si le sérum du sang de brebis est convulsivant pour les chiens et celui d'anguille ou de reptile si puissamment toxique pour les animaux à sang chaud, c'est que les albuminoïdes qui les composent, quoiqu'à peu près identiques de composition et de propriétés générales, constituent, en réalité, des espèces chimiques différentes, impropres à s'assimiler directement par les cellules d'autres êtres et à fournir les produits spécifiques dont ces cellules ont besoin en chaque cas pour bien fonctionner.

Lors donc que, dans le végétal dont on a constaté la variation, les produits qui se forment changent de composition, c'est que les plasmas dont ils dérivent ont eux-mêmes varié, ceux du moins dont ces produits sont directement issus. Or, la variation des plasmas cellulaires entraîne celle des cellules qu'ils servent à construire. Il est, d'ailleurs, évident que, dans ces cellules qui se modifient par hybrida-

⁴ La coloration est si particulièrement spécifique de chaque cépage que lorsqu'on pollinise le *Rupestris* avec le chasselas rose, la couleur faiblement rosée de ce dernier cépage se transmet de semis en semis jusqu'à la huitième et neuvième génération.

tion ou pour toute autre cause, tous les principes constitutifs essentiels n'ont pas nécessairement varié, mais ceux-là ont dû être moléculairement transformés qui sont particuliers à la famille ou à l'espèce que l'on considère, qui servent à imprimer à leurs membres un type spécifique et qui manifestent leur autonomie par la formation des pigments, tanins, glycosides, essences, alcaloïdes, etc., propres à chacun de ces groupes botaniques naturels.

Les modifications d'où résulte la formation des races sont donc très profondes puisqu'elles atteignent jusqu'aux molécules constitutives des plasmas spécifiques et noyaux cellulaires ainsi que leurs dérivés ou produits immédiats. A un examen attentif, ces modifications se traduisent par la formation de principes constitutifs distincts, d'espèces moléculaires chimiquement définies; il n'y a aucun doute, par exemple, que deux essences, même de composition identique, l'une lévogyre, l'autre dextrogyre, ne constituent deux espèces chimiques. J'en dirai autant de deux matières colorantes, l'une soluble, l'autre insoluble, et, *a fortiori*, si l'une et l'autre répondent à des compositions et à des propriétés différentes, comme il arrive pour les pigments des divers cépages de la *Vitis vinifera*.

Toutefois, si, comme je l'ai fait, on examine s'il existe des rapports entre les divers composés homonymes ainsi modifiés lorsque, l'espèce dont ils sont originaires subissant des variations, il s'est produit une race nouvelle, on s'aperçoit que dans chaque groupe homo nyme entrant dans la constitution de l'être, de ses plasmas ou de ses produits (essences, pigments, matières amylacées, substances protéiques, etc.), la variation, tout en modifiant chaque espèce de substances dans leurs détails secondaires, leur conserve cependant à toutes les caractères généraux de la famille ou groupe chimique auquel ces substances appartiennent. Dans mes recherches sur les matières colorantes de la *Vitis vinifera*, par exemple, j'ai observé que tous les pigments des cépages que j'ai étudiés jouissent d'une même constitution, de propriétés générales semblables, de dédoublements parallèles sous l'action des réactifs; qu'ils constituent, en un mot, une famille chimique naturelle. Les édifices qui constituent ces produits complexes sont tous bâtis sur un plan commun: autour d'un noyau trivalent viennent se greffer trois branches latérales constituant des radicaux complexes dérivant de la phloroglucine et des acides protocatéchique et hydroprotocatéchique. Ainsi défini, cet édifice, tout en conservant sa structure générale, peut varier, en chaque cépage, par introduction ou substitution, dans sa molécule primitive, de radicaux secondaires différents (hydrogène, mé-

thyle, allyle, amidogène, etc.), radicaux qui, par leur présence ou leurs substitutions réciproques, impriment aux pigments de chacune de ces variétés leurs caractères différentiels accessoires. Mais les molécules ainsi modifiées continuent d'appartenir toutes à la même famille chimique. C'est à peu près comme si, dans une construction gothique ou romane, on venait adjoindre des tourelles ou des clochetons qui, sans toucher au plan général de l'édifice, le modifieraient dans ses détails.

Il résulte de ce qui précède que la variation d'où résulte l'apparition d'une nouvelle race végétale atteint non seulement les parties extérieures et apparentes de la plante, mais jusqu'aux molécules chimiques spécifiques, intégrantes, de chacune de ses cellules. Cette variation respecte, toutefois le plus souvent, la structure générale des diverses espèces chimiques constitutives. De race à race, elles varient seulement dans leurs détails secondaires, de sorte que, pour une même famille de composés, les pigments par exemple, les termes ainsi modifiés font tous partie d'une même famille chimique, de même que les variétés végétales dont elles proviennent appartiennent toujours à la même espèce botanique.

Maintenant, dirons-nous que la race, en variant, a fait varier les espèces chimiques constitutives, ou plutôt ne concluons-nous pas que c'est l'espèce chimique et le protoplasma cellulaire d'où elle sort, qui, en se modifiant, sous l'influence de causes à déterminer, ont fait varier la race? Cette seconde conclusion nous paraît seule logique: Un être vivant est ce qu'il est par ses organes, et chacun d'eux, à son tour, totalise les fonctions de l'ensemble de ses cellules spécifiques. Mais celles-ci ne fonctionnent elles-mêmes qu'en raison des transformations qui se produisent dans leurs plasmas, transformations qui obéissent aux forces et lois physicochimiques présidant à l'action réciproque des molécules et à leurs associations.

Dans chacun de ces protoplasmas, ce qui produit le fonctionnement élémentaire, ce sont les réactions mutuelles des molécules albuminoïdes qui les constituent. Si celles-ci viennent à varier, elles fonctionneront autrement, c'est-à-dire que, dans ce protoplasma modifié de structure et de composition chimiques, la nutrition, l'assimilation, les réactions de toute sorte seront modifiées, et, avec le protoplasma, variera l'élément cellulaire auquel il appartient et l'organe tout entier dont cet élément est l'unité primitive. L'ensemble de ces modifications d'organes fonctionnels se totalisera extérieurement par la variation de l'être tout entier et fera naître le changement de race, à caractères transmissibles ou non par hérédité.

On vient de voir que les variations d'espèce et de race ont pour origine les transformations des molécules spécifiques des plasmas, d'où résultent les modifications de fonctionnement de la cellule, les variations des organes et, par suite, celle de l'être tout entier. Il faut maintenant se demander quelles sont les influences qui peuvent ainsi faire varier, dans les êtres vivants, la nature des espèces chimiques entrant dans leur constitution.

Examinons d'abord sous quelles influences et conditions les êtres organisés se modifient.

D'après les idées de Lamarck et de Darwin, les plantes et les animaux reçoivent et totalisent, pour ainsi dire, les impressions ou influences des milieux où il vivent : climat, terrain, alimentation, aide ou concurrence vitale, etc., dont ils suivent les variations. Ils prospèrent et se modifient en vertu de l'aptitude plus ou moins grande que possèdent tels ou tels de leurs organes à s'adapter aux conditions de ces milieux, et, grâce à la sélection naturelle, tout être puissant et bien organisé se substitue peu à peu aux autres. Mais cette sélection naturelle est une conséquence de la propriété d'adaptation, et celle-ci présuppose l'aptitude de certains organes à évoluer en harmonie avec les conditions du milieu dont ces organes utilisent le mieux possible les variations. Or, si ces variations sont trop brusques, l'adaptation n'a pas le temps de se produire et l'être vivant, ne trouvant plus les conditions d'existence adéquates au bon fonctionnement de ses organes, souffre et disparaît; et, si ces variations sont très lentes, l'adaptation l'est aussi et les variations restent à peu près insensibles : témoins les espèces et même les races d'animaux ayant pu vivre, presque sans varier, dans les milieux les plus divers, dans les climats gelés de l'Himalaya et les sables brûlants de l'Afrique, tels que le bouquetin, la chèvre, le chien, le chat, l'homme lui-même, dont les races, depuis des milliers d'années, ont été à peine modifiées, ainsi qu'en témoignent les dessins qui datent de l'âge de la pierre polie et ceux des tombeaux de l'ancienne Egypte.

L'adaptation, qu'on ne saurait nier en principe, n'est donc qu'une cause très secondaire de variations. D'ailleurs, sa caractéristique essentielle est de faire passer l'animal ou la plante qui se modifie *par une suite de transitions, de formes intermédiaires*; or, les faits paléontologiques aussi bien que les historiques, montrent qu'à l'état sauvage les variations des plantes et des animaux, lorsqu'elles ont lieu, se produisent brusquement, ou, du moins, sans laisser trace de termes transitionnels, à moins qu'on ne veuille appeler ainsi les espèces successives

qu'on peut assembler en genres et familles naturelles. Mais, entre chacune de ces espèces, le saut est toujours brusque et l'on ne trouve généralement pas d'intermédiaires. Dans les temps géologiques, avec la Période secondaire commence le vrai règne des Reptiles : eux, qui n'avaient eu que quelques très rares précurseurs à la fin de la période paléozoïque, foisonnent *dès le début de l'ère suivante* en espèces innombrables. Comment admettre que ces diverses espèces sont issues les unes des autres par adaptations successives et sélection et qu'elles n'ont eu cette étrange puissance de variation rapide, et sans transitions, que dans cette période des temps? De même, au commencement de l'ère tertiaire, on voit se produire presque tout à coup de nombreuses espèces de Mammifères; jusque-là, ils s'étaient bornés à quelques Marsupiaux apparus vers la fin de la Période secondaire. En même temps, dans le règne végétal, les palmiers et les arbres à feuilles caduques succèdent rapidement aux Gymnospermes. L'homme se rencontre enfin, presque partout à la fois, à la fin du Tertiaire ou dès le commencement du Quaternaire; et l'on en est encore à chercher le *Pithécanthrope*, ce fameux terme de passage entre le Singe et l'Homme.

Ces faits, observés depuis bien longtemps, avaient donné lieu à l'hypothèse des créations successives, hypothèse qui me paraît inadmissible, mais qui montre combien les philosophes naturalistes avaient été frappés de l'observation universelle, dont on ne saurait méconnaître la portée, que les types intermédiaires que suppose l'adaptation n'apparaissent pas dans la Nature, et même que les espèces dites de transition sont bien loin de se répartir dans l'ensemble des temps, tandis que les types nouveaux foisonnent tout à coup à la fois, ou se succèdent, au cours de certaines périodes relativement très courtes.

Dans les temps historiques, comme je le disais plus haut, pas plus que dans les temps géologiques, les passages d'une espèce à l'autre par termes insensibles n'ont été observés. Cependant, d'une race à l'autre, les termes transitionnels existent quelquefois, surtout chez nos animaux domestiques; et de l'observation, de quelques variations superficielles et sélectionnées qui ne peuvent même pas permettre de suivre la filiation de race à race, on a déduit le principe de l'évolution des espèces par adaptation aux milieux. Mais les faits observés démontrent que les grandes variations dérivent, en général, non de changements continus et insensibles, mais de modifications monstrueuses, animales ou végétales, se produisant d'emblée et sans transition. De ces produits, dits spontanés ou de hasard, sont issues, grâce à la sélection naturelle

ou artificielle, les races domestiques ou végétales actuelles¹.

Pour revenir aux Végétaux, les faits sont là pour démontrer que leurs transformations importantes ne sont généralement précédées d'aucun indice de variation. L'*Aralia* ordinaire à feuilles heptalobées produit de temps à autre et tout à coup, comme spontanément, des rameaux à feuilles simples, que l'on peut propager par boutures. C'est un cas de *dimorphisme* que rien ne précède ni ne peut faire prévoir. Il en est de même d'une foule d'autres semblables : La rose à feuilles de chanvre a paru un jour sur l'un des rosiers du Luxembourg. Sur un *Ligustrum ovalifolium* à feuilles opposées, M. L. Henry, professeur actuel à l'École d'Horticulture de Versailles, a observé et décrit un rameau très vigoureux dont les feuilles étaient verticillées quatre à quatre. Sur un *Sambucus nigra* normal du Muséum de Paris, le même savant horticulteur a remarqué la fasciation d'une branche qui, reproduite par bouture, a donné des sureaux fasciés dont les fleurs avaient une corolle à 6 et 8 divisions, au lieu de 5 comme dans les fleurs normales. Sur un lilas Varin, à fleurs normalement bleu-violet, il a observé, en 1901, une branche unique dont les fleurs étaient celles du lilas Saugé, qui sont rouge, pourpre et sur lequel à son tour Carrière a vu se développer, en 1876, une branche à fleurs entièrement blanches. On sait depuis longtemps que certains saules présentent souvent des rameaux dits *aberrants*, à feuilles opposées et non alternes, d'où sont nées les variétés de saule ainsi conformées que l'on peut reproduire par bouture.

Des observations semblables de variations d'organes ont été faites sur les Animaux. Je citerai comme exemples : la race algérienne des moutons à quatre cornes, que, depuis, l'on reproduit par générations successives; celle des chiens bassets à jambes torses; celles des bœufs *Niata* de la République Argentine portant un allongement monstrueux du maxillaire inférieur, race née sur place et transmettant ses caractères particuliers à sa descendance. Chez les Insectes, les variations tératologiques des ailes, dit M. Giard, « apparaissent d'une façon brusque, en discontinuité avec l'état normal. Si elles se maintiennent par hérédité, elles constituent des variétés nouvelles, parfois même des espèces ou des genres nouveaux, lorsque d'autres caractères viennent à se modifier additionnellement². »

¹ Je parle de races différant par des caractères tranchés, squelettiques ou autres, et non pas seulement par quelques caractères extérieurs tels que la longueur et la couleur des poils, la forme des feuilles, etc.

² Sur un exemplaire de *Pterodroma pedicularia* à nervation

Les faits analogues, bien observés par les naturalistes de nos jours, sont innombrables. Ces variations se produisent toutes *sans être annoncées par des modifications préparatoires intermédiaires*. On les appelle des *monstruosités* lorsqu'elles sont isolées, isolées dans notre esprit en nos observations; mais, si elles se perpétuent, si la variation se conserve par semis ou copulation entre deux êtres ayant également varié, elles créent la race et, au besoin, deviennent l'origine d'une espèce nouvelle.

Il nous faut montrer, maintenant, quel est dans cette création de race et d'espèce, le poids des influences apportées par les milieux, l'adaptation et la sélection, et celui des causes de variations qui viennent d'autres origines.

Nous avons rappelé plus haut que les influences dites lamarkiennes ou darwiniennes d'adaptation au milieu ne provoquent jamais de variations brusques. Les prétendues *monstruosités* ont été expliquées par Darwin, par l'hypothèse d'un retour au type ancestral, de telle sorte que, loin d'être l'origine de races ou d'espèces nouvelles, ces monstruosités en réduiraient le nombre en revenant aux types primitifs. Nous verrons tout à l'heure que telle n'est pas leur raison d'être, leur signification, ni leurs effets.

En dehors de toute préoccupation d'École, l'observation a montré que les variations brusques des êtres vivants ont deux origines principales :

1° Les influences réciproques des cellules génératrices ou, pour nous en tenir aux Végétaux, la pollinisation entre races ou espèces différentes;

2° La spontanéité, du moins apparente, que je remplacerai tout de suite par le principe de la *coalescence des plasmas*, dont je donnerai tout à l'heure la définition et l'explication.

La variation par pollinisation entre races ou entre espèces est trop évidente et trop connue pour que je m'y arrête longtemps. Son explication rentre d'ailleurs, comme on va le voir, dans celui des coalescences. Je rappelle seulement, ce que je disais plus haut, que la variation de race par pollinisation se manifeste non seulement sur les parties du végétal destinées à le reproduire, l'ovule et la graine, mais aussi sur les cellules végétatives et jusque sur les matériaux spécifiques constitutifs de ces cellules. Je peux en donner ici une démon-

doublement anormale. Actes de la Société scientifique du Chili, t. V, p. 19, 1895. M. Giard ajoute : « Partant de là, certains naturalistes ont prétendu que toutes les espèces avaient une semblable origine et que l'action des facteurs primaires ou secondaires de l'évolution devaient céder la place à cette nouvelle conception de la descendance des êtres vivants par modifications tératologiques discontinues. C'est là, pensons-nous, une interprétation inexacte et exagérée de ces faits. » Je ne puis être ici de l'avis de mon très savant confrère.

tration particulièrement probante et qui me paraît jeter une vive lumière sur la façon dont chaque générateur participe à la formation de la race nouvelle.

Il existe divers cépages créés, de 1842 à 1850, grâce à une longue suite d'efforts intelligents, par M. Bouschet de Bernard, savant viticulteur de Montpellier. La variété aujourd'hui cultivée un peu partout, dans le Midi de la France, sous le nom de *Petit-Bouschet* résulte du semis de graines obtenues en faisant agir le pollen de l'*Aramon* sur les fleurs du *Teinturier* préalablement châtrées de leurs étamines¹. Le *Petit-Bouschet* descend donc par une filiation historique et régulière de deux autres cépages, très différents d'ailleurs au point de vue de leurs formes, de leur hâtivité, de l'abondance de leurs fruits et de leur goût et, plus encore, de leurs matières colorantes; matières solubles dans l'eau et très abondantes dans le *Teinturier*, insolubles et en faible proportion dans l'*Aramon*. Dans quelle mesure les plasmas générateurs, mâle et femelle, se sont-ils alliés pour former la nouvelle race? Existe-t-il des rapports qui lient la couleur du *Petit-Bouschet* à celle de l'*Aramon* et du *Teinturier*? S'est-il confondu avec l'un d'eux? Ou plutôt en diffère-t-il, d'après cette loi que j'ai plus haut établie, que, pour toute race nouvelle, les principes spéciaux à la famille botanique à laquelle cette race appartient sont constitués par des espèces chimiques différentes?

La question valait la peine d'être examinée de très près. Je préparai donc et analysai avec grand soin les matières colorantes principales de trois cépages, et je trouvai que le pigment du médis, c'est-à-dire du *Petit-Bouschet*, était exactement l'intermédiaire, et, pour ainsi dire, la moyenne, de ceux des deux ascendants :

Pigment de l' <i>Aramon</i> (<i>paternel</i>)	$C^{16}H^{36}O^{20}$
Pigment du <i>Teinturier</i> (<i>maternel</i>)	$C^{14}H^{16}O^{20}$
Pigment du <i>Petit-Bouschet</i> (<i>filial</i>)	$C^{15}H^{32}O^{20}$

Ce résultat est intéressant à divers points de vue. Il démontre d'abord, comme nous le disions plus haut, que la variation pollinique se fait sentir sur toutes les parties de l'être et jusque sur ses ultimes principes constituants. Il montre surtout que les matières spécifiques importantes, et certainement aussi les substances albuminoïdes très complexes des plasmas dont elles sont régulièrement issues, sont en rapport très simple avec les substances correspondantes des deux générateurs. Le pigment du *Petit-Bouschet* est comme la somme, la moyenne arithmétique, des pigments paternel et maternel de l'*Aramon* et du *Teinturier*.

Nous n'avons pas le droit d'en conclure que toutes les qualités des ascendants se transmettent toujours ainsi par égale part. On sait que l'influence maternelle introduit dans la graine, à l'état latent, l'aptitude à reproduire le port, le faciès, la rusticité, la fécondité du porte-ovule; le pollen étranger agit sur la couleur, le goût, la forme de la fleur, du fruit, de la graine. Mais celle-ci porte en elle, en vertu de l'action pollinique, un principe de variation qui peut atteindre toutes les parties du végétal. Ceci découle des faits rapportés plus haut et plus encore des observations d'influence réciproque qu'exercent les unes sur les autres, dès qu'on les accouple, les cellules végétatives elles-mêmes quand elles appartiennent à des races ou à des espèces différentes. C'est ici le nœud de mon sujet.

III

Je viens de dire que chaque cellule d'un hybride obtenu par pollinisation est constitué par des plasmas spécifiques¹ aptes à former des produits nouveaux témoignant que la variation dont on n'observe directement que les marques extérieures, a réellement frappé tous les matériaux spéciaux à l'espèce ainsi modifiée. Plasmas et produits portent donc en eux la marque, l'*impression*, de l'agent fécondateur, cause première de la variation. Mais de même que la graine de la plante hybridée peut reproduire directement par semis un nouveau végétal, chacun des bourgeons à feuilles de ce végétal porte aussi en lui l'*impression*, quelle qu'elle soit, de l'agent fécondant qui a modifié la race primitive, puisque le rameau qui sortira de ce bourgeon produira plus tard la fleur et enfin la graine qui, elle, pourra reproduire l'hybride. L'organe essentiellement végétatif, le bourgeon à feuilles, porte donc dans ses plasmas vivants une forme moléculaire dérivée de celle des plasmas mâle et femelle générateurs de la graine dont est sorti le végétal nouveau. Ainsi, dans ce bourgeon, la matière pollinique primitive et la substance spécifique de l'ovule dont est sorti le végétal qui porte ce bourgeon ont laissé leur marque et, virtuellement au moins, leurs aptitudes. Partant de là, j'ai pensé que le mariage des races, qui généralement se fait par pollinisation, pourrait résulter aussi peut-être de l'accouplement des cellules végétatives, de la *coalescence de leurs plasmas*², et, généralisant aussitôt cette hypothèse, il m'a semblé que chaque fois que les formes moléculaires internes, stéréochi-

¹ Fait qui m'a été de nouveau confirmé par le fils du créateur de ce cépage.

¹ J'entends ici par ce mot *plasmas* toutes les parties des cellules végétales ou animales propres à fonctionner et à se reproduire, en un mot les protoplasmas de la cellule aussi bien que ceux du noyau.

² De *coalescere*, s'accroître en commun.

miques, de deux plasmas vivants, quelles qu'en soient les origines, pourraient être assez semblables entre elles pour admettre une liaison, une alliance, un accroissement simultané ou *coalescence*, cette union devrait avoir pour conséquence la modification partielle ou totale des cellules et, avec elles, celle de l'être primitif qui en est formé. Ce mariage des plasmas que déterminent avant tout les hasards d'analogie de leur structure interne, peut se concevoir d'ailleurs *a priori* entre cellules d'espèces très différentes, et même entre cellules appartenant à des règnes différents, végétales, animales ou microbiennes, pouvant, d'autre part, posséder des aptitudes très différentes.

Darwin observe, dans son célèbre ouvrage sur la *Variation des Espèces*, que le greffage d'un bourgeon de rameau à feuilles panachées sur une plante de même espèce, mais à feuilles de couleur uniforme, suffit à produire quelquefois, sur d'autres branches du sujet n'ayant pas subi la greffe, des bourgeons d'où sortent des feuilles panachées et, dans mon premier Mémoire sur le *Mécanisme de la variation des êtres vivants*, j'ajoute après avoir cité cette observation :

« Ici le tissu cellulaire (le tissu végétatif) d'une race végétale, et non plus son pollen, a suffi pour hybrider au contact les tissus d'une race distincte. Nous voyons clairement, dans ce cas, les causes qui avaient produit l'hybridation... agir notoirement sur un autre individu par l'intermédiaire des cellules d'un ascendant une première fois impressionnées ou modifiées... Ces quelques exemples nous montrent que ces variations, et les influences plus ou moins définitives qu'elles traduisent, ont transmis à ces cellules (végétatives) l'aptitude à reproduire les modifications de race lorsque les circonstances sont favorables à cette transmission. »¹

Or, si les cellules végétatives peuvent ainsi se modifier grâce à leur influence directe réciproque, cette *coalescence des plasmas* doit être une cause, un principe de variation, bien autrement puissant que le métissage ou l'hybridation par les pollens. La pollinisation, en effet, réussit surtout entre races de même espèce, quelquefois d'espèces différentes, mais assez rapprochées, tandis que l'on sait depuis longtemps déjà (et les beaux travaux de M. Lucien Daniel sont venus donner une grande extension à ces faits) qu'on peut réunir par greffage ou coaptation non seulement des races, mais des espèces, souvent même des genres différents, etc., qui n'auraient pu se marier par fécondation. Le piment et la tomate, le navet et

le chou sont dans ce cas : ils peuvent s'allier par greffe et vivre ensemble. Il faut donc s'attendre à voir ce mode d'application du principe de la coalescence des plasmas donner naissance à des variétés, sinon à des espèces nouvelles.

L'observation a démontré, chez les Animaux comme chez les Plantes, que, lorsqu'un être inférieur, d'une famille, quelquefois même d'un règne différent, vit en symbiose sur un hôte, celui-ci se modifie en modifiant à son tour son parasite. Il se fait une *adaptation*, une modification réciproque des cellules en contact direct, quelquefois même de cellules lointaines et de l'être tout entier. Ces modifications peuvent souvent se transmettre par hérédité. De ces faits, il faut rapprocher ceux de même ordre, mais d'une analyse moins compliquée, relatifs à l'action, sur les animaux, des vaccins et des microbes pathogènes dont les plasmas et diastases, en vertu d'analogies d'aptitudes et de structure dont le détail nous échappe encore, sont aptes à modifier l'être qu'ils atteignent en alliant leurs plasmas aux siens. Or, la constitution de ces cellules et plasmas vaccinaux ou pathologiques est si spécifique qu'ils n'agissent que sur telle ou telle espèce, telle ou telle race animale, quelquefois sur telle ou telle partie d'un même être. C'est ainsi que chez l'homme seul se produisent les graves modifications de la syphilis, de la pellagre, de la lèpre, du myxœdème, sous l'influence d'organismes ou plasmas pathologiques, donnant lieu à des modifications qui *peuvent se transmettre héréditairement*, comme c'est le cas pour l'hérédo-syphilis chez l'homme. Je rappellerai encore l'immunité, plus ou moins prolongée, acquise aux animaux dont les mères et les ascendants avaient été plus ou moins complètement immunisés vis-à-vis de la diphtérie, du tétanos, du charbon... (Chauveau, Ehrlich, Vaillard, Wernicke, Dziergowski.)

Dans beaucoup de maladies microbiennes ou parasitaires nous trouvons des êtres très inférieurs, microbes, amibes, coccidies, protozoaires, etc., alliant leurs plasmas cellulaires, ou les toxines albuminoïdes qui en dérivent immédiatement, aux cellules et plasmas des animaux. Et, dans cette alliance d'où résulte toujours une modification de l'être envahi, il semble qu'il n'y ait d'autre limite à la symbiose ou coalescence de ces plasmas que la mystérieuse constitution de ces milieux vivants qui permet l'union entre deux êtres d'espèces souvent très éloignées, quelquefois même appartenant à des règnes différents.

Pour en revenir aux Végétaux, dans mon second Mémoire sur le *Mécanisme intime de la variation des races*¹, j'expliquais les variations rapides et

¹ *Hommage à M. Chevreul*, p. 35 F. Alcan, éditeurs, Paris, 1886.

¹ *Revue scientifique*, 6 février 1897. p. 164.

comme spontanées qui surviennent quelquefois chez les Végétaux, par l'hypothèse de l'introduction dans leur tissu, en raison de circonstances fortuites et locales, de plasmas étrangers aptes à les influencer. J'exprimais ainsi cette opinion :

« Je suis porté à penser que les modifications rapides observées sur les végétaux peuvent être dues, soit à l'action de certains pollens d'espèces éloignées, soit plutôt à l'inoculation de matières destinées à la reproduction, telles que celles qui se rencontrent dans les spores et les bactéries, matières qui, grâce à un hasard heureux, une piqûre, une blessure... sont mises en relation immédiate avec le protoplasma végétal qu'elles modifient ensuite. En vertu de quelque mystérieuse analogie qui nous échappe encore entre la constitution des deux protoplasmas, ces matières destinées à la reproduction d'autres types viennent modifier l'organisme récepteur, à peu près comme le virus vaccinal, le microbe de la fièvre typhoïde, le venin de la vipère ou du cobra, modifient la constitution tout entière et le développement de celui qui les reçoit, sans qu'il y ait une relation connue entre l'origine, l'espèce, la constitution de ces substances modificatrices et celle de l'être qu'elles impressionnent. »

Ainsi directement introduite au sein des plasmas vivants, la matière modificatrice spécifique produit sur les cellules végétatives des réactions et transformations non plus lentes et graduelles, mais rapides, sans termes de transition, exactement comme cela se passe lorsque le plasma germinatif du pollen d'une espèce agit directement au contact sur les substances spécifiques de l'ovule d'une autre espèce et fait varier immédiatement les matériaux et l'évolution de la graine qui en sortira.

Voici quelques exemples de ces changements subits appelés, bien à tort, *spontanés*, et dus en réalité non à des retours ataviques, mais à l'action des êtres inférieurs sur les Végétaux :

Sur un rosier à sépales glabres, un rameau à roses mousseuses apparut il y a quelques années au jardin du Luxembourg, à Paris. Or, en examinant cette variété, on trouve toujours sur ses pieds une certaine quantité de bedeguars à surface mousseuse, galles produites par la piqûre et l'inoculation d'un *Cynips* qui semble bien communiquer au rosier qui le porte, comme à la galle où il enferme sa larve, la propriété de produire les singulières excroissances mousseuses qui caractérisent cette variété.

Je disais plus haut que dans la menthe poivrée (*Mentha piperita*) la forme de l'inflorescence peut se modifier. Certains rameaux prennent la disposition des sommités fleuries d'un genre voisin, le basilic (*Ocimum basilicum*). Ces rameaux dits ba-

siliqués produisent dès lors une essence dextrogyre d'odeur particulière et non plus l'essence de menthe, lévogyre que fournit le reste de la plante. Or, MM. Charabot et Ebray¹ ont établi, en 1898, que cette variation de la menthe poivrée est aussi due à la piqûre d'un insecte. On prend ici sur le fait la tendance au passage d'une espèce à une autre, et presque d'un genre à un autre, sur le rameau du végétal piqué par l'insecte et sur lui seul.

D'après M. Marin Molliard², les fleurs du *Matricaria inodora*, lorsqu'elles sont atteintes par le *Peronospora Radii*, prennent l'aspect des fleurs doubles des Radiées. Beaucoup d'Ombellifères et de Crucifères, sous l'action des Hémiptères et des Acariens, offrent une virescence de tous leurs organes floraux.

Le même auteur vient d'observer plusieurs de ces faits de variation subite dus à la coalescence de plasmas étrangers, encore empruntés à des Cryptogames, mais dont les effets se faisaient sentir, non plus seulement *in situ*, comme dans les cas précédents, mais à distance : au milieu de nombreux pieds de *Primula officinalis* normaux, M. Molliard eut l'occasion d'en remarquer trois dont les fleurs étaient devenues pétaloïdes ; aucun parasite ne fut trouvé sur la partie aérienne de ces plantes, mais les racelles de ces trois pieds, et de ces pieds seuls, étaient envahies par le mycélium d'une Dematiée. Une observation plus intéressante encore fut faite sur un pied de *Scabiosa columbaria* dont les étamines se changeaient en pétales ; M. Molliard reconnut que ses racines seules étaient envahies par de très nombreuses galles d'*Heterodera radicolata*. Ici l'expérience de contrôle suivante fut faite, et elle enlève tous les doutes : des pieds normaux de *Scabiosa columbaria* furent repiqués sur le terrain envahi par l'*Heterodera* précédent, et ces pieds présentèrent, dès la floraison, la monstruosité observée.

M. Molliard ajoute qu'il a pu se convaincre que la forme diotique du *Publicaria dyssenterica* (Gaertner) décrite par M. Giard³ est aussi due à une association parasitaire intéressant les organes souterrains du végétal.

Dans le même ordre d'idées, je pourrais encore citer les faits de tuberculisation des bourgeons souterrains sous l'influence de l'infection des racines par des champignons endogènes. Tel est, d'après M. N. Bernard⁴, le cas de la formation des tubercules de pomme de terre se développant sous l'influence du *Fusarium Solani*, dont on

¹ Bull. Soc. Chim. [3], t. XIX, p. 119.

² Recherches sur les cécidies florales, 1895.

³ Bull. scientifique de France et de Belgique, t. XX, p. 33, 1889.

⁴ Compt. rend. Acad. Sciences, t. CXXXII, p. 355.

trouve toujours les filaments et les spores dans les cellules subéreuses de la surface des tubercules sains, alors que les graines du végétal semées dans un terrain stérilisé, mais fertile, ne reproduisent pas de pieds à tubercules. Il est permis de rapprocher encore de ces faits les variations subies par les Végétaux dans leurs fonction physiologiques et leur réceptivité aux maladies, observées par M. J. Beauverie et par M. J. Ray; je veux parler de l'immunité acquise contre les maladies cryptogamiques après inoculations préalables de vaccins consistant dans la forme atténuée de Cryptogames divers¹.

L'envahissement du système radiculaire par les Cryptogames infestant tous les sols cultivés donne, très probablement, l'explication de la perte de résistance des vignes sauvages des forêts de l'Alsace, lesquelles, d'après les observations de M. Obertin, quoique résistant indéfiniment aux maladies cryptogamiques et aux Insectes tant qu'elles restent incultes, deviennent sensibles aux attaques des parasites végétaux et animaux aussitôt qu'on les soumet à la culture.

Toutes ces variations des végétaux se traduisant par des changements anatomiques des organes végétatifs ou floraux, ou simplement modifications de leurs fonctions, ne sont pas toujours aptes à se conserver par semis successifs, quelquefois même par boutures; mais elles ont ces caractères communs, qu'elles se produisent subitement et sans transition, et qu'elles peuvent frapper un seul individu au milieu de tous les autres et même un seul rameau sur le même individu. En un mot, la production de ces variétés échappe aux règles de l'adaptation, de la sélection, des modifications lentes et successives. Chaque espèce de cellule conjointe, quelle qu'en soit l'origine, ayant apporté avec elle ses principes spécifiques, ses diastases, ses plasmas, etc., l'hybridation ou plus simplement la variation naît nécessairement et immédiatement de cette association de deux plasmas différents vivant en commun.

Nous venons de parler des effets, généralement dus à d'heureux hasards, des venins, diastases et plasmas étrangers inoculés aux Végétaux et empruntés à des espèces souvent très éloignées, sous forme de piqûres ou au cours d'une symbiose cryptogamique et même animale. Mais les exemples les plus frappants et les plus instructifs de l'application du principe de la variation des races par coalescence de deux plasmas végétatifs, empruntés à des espèces différentes, nous sont fournis par l'étude de la greffe. Ici je m'appuierai en grande partie sur les belles recherches de M. Lucien Daniel, le distingué Chargé de Cours de la Faculté

des Sciences de Rennes, tout en ne concevant pas comme lui cette cause de variations¹.

J'ai dit plus haut comment j'avais, en 1886², prévu et expliqué que de l'influence réciproque des cellules végétatives vivantes amenées en contact immédiat par piqûre, coaptation ou greffage pouvaient résulter des variétés nouvelles, comme par une hybridation asexuée. En voici les preuves :

Que l'on porte, comme l'a fait M. L. Daniel, un greffon d'aubergine sur un pied de tomate à fruit côtelé rouge vif, et l'on obtiendra, sur ce pied de tomate, à la fois des fruits allongés pyriformes comme ceux de l'aubergine dont ils ont la couleur, des fruits ovoïdes comme ceux du *Solanum ovigerum* et des fruits aplatis, côtelés, rappelant bien la tomate par leur forme. C'est là une démonstration très sensible de l'influence du sujet porte-greffe sur les produits sortis du greffon. Mêmes remarques si l'on greffe le piment conique sur la tomate rouge : on obtient ainsi des piments aplatis ayant tout à fait l'aspect de la tomate. Encore ici, les plasmas du porte-greffe ont notoirement réagi sur ceux du greffon, résultat d'autant plus intéressant que le piment, qui appartient au genre *Capsicum*, n'hybride pas son pollen avec l'ovule de la tomate, qui appartient au genre *Lycopersicum*. Si l'on greffe l'alliaire officinale sur le chou vert, l'odeur alliagée, si caractéristique, de l'alliaire diminue beaucoup et se mélange de l'odeur de chou. Le rameau d'alliaire greffé sur chou paraît d'ailleurs se développer normalement; mais, si l'on vient à semer les graines provenant de ce rameau, on remarque des différences tranchées dans l'appareil assimilateur des descendants : les feuilles en rosettes de ces alliaires sont plus nombreuses, plus pleines, à odeur d'ail bien plus atténuée que dans les plantes normales. Les racines beaucoup plus ramifiées, plus développées, épaissies, se rapprochent surtout, de celles du chou. Ces différences s'accroissent après un nouveau semis; la seconde génération présentait l'année suivante un aspect trapu, des feuilles vertes très rapprochées, des inflorescences serrées (et non lâches et allongées comme à l'état normal), une odeur faible d'ail et de chou qui faisait de ces alliaires greffées sur chou une variété bien distincte résultant de l'action primitive du plasma végétatif du chou porte-greffe sur le greffon d'alliaire.

¹ Voir plus particulièrement : *La Variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis* de M. LUCIEN DANIEL. Paris, Masson, éditeur, 1899. — Voir aussi S. JOURN, *Le Jardin*, n° du 20 janvier 1899, p. 22. — D'après M. L. Daniel, les variations dues à la greffe dépendraient bien plus du rapport entre la nutrition générale du sujet et du greffon, et de ce qu'il nomme leur *capacité fonctionnelle propre*, que de la nature, de la parenté, de l'analogie et aussi des différences spécifiques des sèves ou des plasmas cellulaires.

² *Hommage à M. Chevreul*. Passage cité, p. 35.

¹ *Ibidem*, t. CXXXIII, p. 107 et 307.

Le célèbre horticulteur de Nancy, M. Lemoine, a souvent obtenu des variétés d'abutilons et de passiflores à feuilles panachées, en greffant des bourgeons d'espèces à feuilles vertes sur des pieds d'espèces panachées. C'est l'inverse de l'observation de Darwin citée plus haut.

Nous multiplierions à volonté ces exemples de l'influence du porte-greffe sur le greffon. L'hérédité des variations spécifiques ainsi produites a été établie par M. Daniel, par exemple, pour la greffe du navet sur chou cabus, du chou rave sur chou cabus, de l'alliaire sur chou, etc.

L'action des plasmas du porte-greffe sur le greffon est donc aujourd'hui indiscutablement établie.

Des remarques analogues ont été faites relativement à l'action réciproque du greffon sur le sujet qui le porte. J'en citais plus haut un cas observé par Darwin, mais l'exemple le plus frappant est celui du nêllier de Bronvaux, près Metz¹. Il provient d'un nêllier autrefois greffé sur aubépine. Toute la partie de l'arbre sortie du greffon est bien un nêllier normal; mais, un peu *au-dessous* de la greffe, le sujet, c'est-à-dire l'épine blanche, a donné naissance à une branche de nêllier qui diffère de la partie greffée en ce qu'elle est épineuse et qu'au lieu de porter des fleurs solitaires, celles-ci, au nombre de 12 et semblables à celles du nêllier, sont réunies en corymbe comme dans l'épine blanche. Les fruits de ce rameau sont de petites nêlles aplaties ou allongées. Dans leur ensemble, ces caractères sont donc bien intermédiaires entre ceux des deux générateurs. Les graines sont malheureusement stériles. Sur une autre branche anormale poussée sur la précédente, les feuilles sont plus grandes que celles de l'aubépine, lobées, mais à lobes moins prononcés que dans l'aubépine; les fleurs sont celles de l'aubépine, mais de couleur rose; les fruits, de la grosseur et de la forme de ceux de l'aubépine, sont bruns et velus comme ceux de la nêlle.

M. L. Daniel² ayant greffé *Helianthus luteiflorus*, sorte de Petit Soleil vivace, sur le Grand Soleil (*Helianthus annuus*), observa la plus remarquable influence du greffon sur le sujet. L'*Helianthus luteiflorus* possède, à l'état naturel, une tige ligneuse couverte d'un épiderme vert sombre avec nombreux poils remplacés de bonne heure par des lenticelles étendues, d'aspect caractéristique. Son pied porte des rhizomes très développés qui se renflent en tubercules gorgés d'inuline. Le Grand Soleil, plante annuelle, possède une tige à moelle abondante,

très peu ligneuse, un épiderme vert pâle, des poils persistants, pas de rhizomes. Les pieds d'*Helianthus annuus*, greffés d'*Helianthus luteiflorus*, furent profondément modifiés: alors que les autres Grands Soleils voisins étaient morts depuis longtemps, les pieds greffés vivaient encore, tin octobre, presque aussi verts qu'à la fin de l'été. La tige avait pris l'aspect de celle de l'*Helianthus luteiflorus*; elle était d'un bois fort dur et deux fois et demie aussi grosse que celle des Soleils ordinaires. Les poils étaient tombés et avaient été remplacés par les lenticelles de l'*H. luteiflorus*. Les racines étaient très développées, à chevelu inextricable. Les rhizomes à inuline n'avaient pas paru, la substance mère de celle-ci ayant été probablement changée en bois et fixée dans la tige.

Tous ces faits, rapprochés de ceux que j'exposais plus haut sur l'action des inoculations par piqûres d'Insectes, ou par parasitisme d'Animaux inférieurs ou de Cryptogames agissant sur les Végétaux, me paraissent dériver du principe de la coalescence des plasmas, soit que les cellules végétatives restent en place, soit qu'elles puissent émigrer, comme cela se voit si souvent chez les Animaux. Mais, pour que cette symbiose ou coalescence se réalise, pour que la greffe réussisse et devienne l'origine de variétés aptes à se reproduire par boutures ou par graines, il faut que les plasmas aient des constitutions semblables, qu'ils soient aptes à se pénétrer, que leurs molécules constitutives puissent se remplacer au besoin. Or, cette aptitude, qui résulte de leur structure intime, *préexiste à leur rapprochement*. Je ne puis donc être de l'avis de M. L. Daniel quand il dit³: « Pour qu'une greffe réussisse, il faut et il suffit que les protoplasmas du sujet et du greffon n'aient pas, à la suite de l'opération, leurs propriétés chimiques et physiologiques modifiées au delà d'une limite déterminée qui annihile les propriétés essentielles de la substance vivante ». Quant à moi, je pense que, pour que l'association et les modifications mutuelles se produisent, il faut qu'il y ait similitude de structure, analogie suffisante et préexistante entre les plasmas vivants, essentiels, des cellules végétatives des deux races ou espèces qu'on essaie de rapprocher. Je dis analogie non pas botanique, mais tissulaire, structurale, chimique. Si toutes les Chicoracées se greffent entre elles, sauf les espèces qui forment de l'inuline sur celles qui n'en forment pas, c'est que celles à inuline ont un protoplasme inverse, ou symétrique, du protoplasma de celles qui n'en produisent point; le premier est propre à faire naître des produits tournant à gauche le plan de la lumière polarisée,

¹ Signalé au Congrès de la Société nationale d'Horticulture par MM. Jorix. Procès-verbal de la séance du 20 mai 1898, p. 47. Voir, à ce sujet, une note de M. L. HENRY sur les formes intermédiaires entre nêllier et aubépine in Journ. Soc. Agriculture de France, octobre 1899.

² Voir Comptes Rend., Acad. Sc., t. CXXXIV, p. 866.

³ Les variations dans la greffe, p. 132. Masson, éditeur. Paris, 1892.

des inulines à structure gauche; les seconds forment des amidons à structure inverse tournant à droite le plan de la lumière polarisée. La production de l'inuline, en place d'amidon, chez certaines Chicoracées, est la meilleure révélation de la structure inverse de leurs protoplasmas. Si l'on me permet une comparaison un peu vulgaire, je dirais que, pour que deux plasmas s'allient, il faut qu'ils puissent s'emboîter; or, rien ne s'emboîte plus mal que deux hélices dextrogyre et sinistrogyre.

Je sais bien qu'on a reconnu que la coalescence par greffage peut réussir, dans quelques cas, entre espèces assez éloignées, pouvant même quelquefois appartenir à des familles différentes. Exemples: le chrysanthème (*Chamomillées*) et l'absinthe (*Artémisées*) se greffent sur le Soleil (*Helianthées*); le fenouil (*Sésélinées*) et le panais (*Peucedanées*) se greffent sur la carotte (*Daucinées*), alors que, dans la famille des Légumineuses, on ne peut parvenir à greffer entre elles les plantes appartenant à deux tribus différentes, et que dans les Chicoracées on ne réussit pas à souder celles à inuline à celles à amidon¹. Ceci paraîtrait contraire au principe de la coalescence des plasmas, et le serait, en effet, si l'on pouvait affirmer que la classification botanique est fondée sur la structure intérieure des organes et plasmas, au lieu de l'être sur les formes extérieures de la fleur².

Il est possible, d'ailleurs, que ces faits négatifs tiennent quelquefois à l'activité végétative très différente du greffon et du sujet, qui ne permet pas l'union intime ou l'utilisation des matières nutritives pouvant être parvenues à un degré différent d'assimilabilité dans le greffon et dans le porte-greffe. Tel me paraît être le cas de la greffe, exceptionnellement délicate, du cognassier sur poirier.

Il est certain que l'analogie des plasmas germinatifs et végétatifs des plantes qui peuvent se féconder mutuellement ou s'unir par greffage est liée aux analogies des structures de la fleur et de la graine sur lesquelles est fondée la classification botanique, puisque la pollinisation et le greffage réussissent le plus souvent entre variétés d'une même espèce ou entre espèces voisines³; mais cette analogie des deux plasmas n'est pas une iden-

tité, et le rapport qui les unit en chaque cas peut être plus ou moins étroit: M. L. Daniel a montré qu'on peut greffer le chou sur l'alliaire, le chou sur le navet, le piment sur la tomate, et réciproquement; mais les fécondations du chou par l'alliaire ou le navet, de la tomate par le piment ne réussissent pas, pas plus que ne réussit celle du Soleil par le chrysanthème ou l'absinthe, qui se greffent cependant sur lui. Pour qu'il y ait coalescence, il faut avant tout (sans que ce soit toujours une condition suffisante) que les plasmas cellulaires puissent, en vertu de l'analogie de leurs structures, coexister, se remplacer l'un l'autre, comme les substances isomorphes, sans être identiques cependant entre elles, peuvent se remplacer et coexister l'une à côté de l'autre, en proportions variables, dans un même cristal.

Tout semble venir appuyer cette comparaison et démontrer, en effet, que, dans la structure des nouvelles races, les molécules issues des deux générateurs s'associent d'abord sans se fusionner en une molécule mixte. Elles paraissent se juxtaposer, comme nous savons que se produit en physiologie, la soudure des diastases aux corps qu'elles modifient; en pathologie, l'union des toxines aux antitoxines, des corps aux anticorps, etc., etc. Sur le singulier rameau du néflier de Bronvaux, on voit les branches de l'espèce nêfle pousser à côté des branches de l'épine blanche, et, sur la même branche, les caractères des deux générateurs peuvent encore se disjoindre. Dans les greffes de piment sur tomate, on peut apercevoir de semblables dissociations. Mêmes effets s'il s'agit d'hybrides par pollinisation, comme en témoignent les fleurs panachées des deux couleurs des ascendants, ou la diversité des individus sortis du semis de graines issues d'un pied unique ayant reçu le pollen d'une autre variété. Tous les degrés de mélange des plasmas générateurs se rencontrent généralement dans les sujets issus de ces mariages et ils peuvent même comporter le divorce des conjoints,

espèces voisines seules peuvent allier leurs plasmas fécondateurs; et les plasmas végétatifs eux-mêmes, ceux du sang en particulier, ne se fusionnent que dans les espèces à structures extérieures très rapprochées. C'est ainsi que, si l'on injecte à un animal du sang d'une espèce différente, ces sangs ne se fusionnent pas, et l'animal détruit ce sang étranger ou sera détruit par lui. Le sang de l'homme détruit le sang de chien, de mouton, de lapin, de bœuf, et réciproquement. Au contraire, de même que s'allient leurs plasmas générateurs, le sang de lièvre peut être injecté au lapin, celui du rat à la souris, du chien au loup et au renard, du chat au jaguar, et réciproquement. Seuls les sangs des singes anthropomorphes, chimpanzé, orang, gibbon, peuvent être mélangés au sang humain, et le sang humain injecté au chimpanzé; mais les sangs des singes platyrrhiniens ne peuvent être injectés à l'homme sans être détruits. La structure interne de leurs plasmas diffère donc trop de celle du sang humain, comme différent trop les structures externes des animaux qui les fournissent.

¹ Des faits semblables se remarquent du reste pour l'hybridation pollinique: chez les Crucifères, Gaertner n'a jamais pu obtenir de croisements entre deux espèces différentes. Chez les Solanées, on ne réussit jamais entre deux espèces appartenant à deux genres différents, alors qu'on est certain de l'analogie de la structure florale.

² Toutefois, il faut qu'il existe, en général, quelque rapport simple, quelque analogie mystérieuse entre les caractères extérieurs de la fleur et la structure stéréochimique des plasmas fécondatifs et végétatifs pour que ce soit le plus souvent entre espèces voisines que s'allient les plasmas générateurs et que réussissent les greffes.

³ De même, chez les Animaux, l'analogie de structure des plasmas est liée à la structure anatomique. En effet, les

que l'on peut voir se séparer des diverses parties du végétal ou plus souvent à la suite de semis successifs.

La coalescence des plasmas végétatifs ou fécondateurs semble donc être comme un accouplement où chaque espèce chimique conserve plus ou moins longtemps sa personnalité, je dirais presque sa liberté. Aussi cette coalescence ne suffit-elle pas toujours à assurer la stabilité des races nouvelles. Pour qu'elles se fixent, il faut que l'alliance soit profonde et répétée, que les deux plasmas qui se marient, se fusionnent enfin en une espèce unique. A ce phénomène définitif qui fixe désormais la race, contribuent la continuité et la répétition des influences, l'ensemble des forces physico-chimiques réagissant dans la cellule, en particulier la chaleur et la lumière, qui, en général, font tendre les molécules constituantes vers des états d'équilibre de plus en plus stables. De deux molécules plasmatiques assez rapprochées et déjà très instables par elles-mêmes, comme le sont tous les composés albuminoïdes, dérive enfin une molécule définitive nouvelle qui vient fixer la race ou l'espèce en lui communiquant sa stabilité relative.

Concluons : Un être vivant varie parce que les plasmas spécifiques de ses organes ont varié. Je l'ai établi au début de cet article. Ces modifications moléculaires sont généralement dues à l'action des plasmas étrangers, fécondatifs ou végétatifs, que des circonstances naturelles ou fortuites ont mis en coalescence avec les cellules de l'être que l'on considère. Cette coalescence ou accroissement en commun est la conséquence de l'analogie de fonctionnement de deux plasmas, elle-même corrélative de l'analogie de leur structure, et celle-ci semble à son tour plus ou moins expressément en rapport avec les formes extérieures de la fleur et de la graine chez les plantes, avec la structure anatomique chez l'animal. La race nouvelle demeure variable, tant que les plasmas alliés restent coaptés ou intimement unis sans arriver, grâce à la continuité de leur contact et à l'action des agents extérieurs : chaleur et lumière surtout, à former une molécule unique nouvelle, généralement plus stable que celles des deux composants.

Sauf les cas où intervient la sélection artificielle, c'est donc vers un état de stabilité toujours plus grand que tendent les races et, à plus forte raison, les espèces végétales et animales. La fixité de ces dernières, démontrée par la grande difficulté qu'elles ont de passer d'une espèce à une autre, est la conséquence rationnelle de la fixité de la partie commune de l'édifice moléculaire propre aux différentes variétés de l'espèce, et de l'impossibilité qu'on éprouve le plus souvent à faire passer ces molécules spécifiques de leurs photoplasmas d'une famille chimique à une autre famille.

IV

En appliquant maintenant ces vues à la production de nouveaux cépages, il me semble qu'il y aurait intérêt à tenter les essais suivants :

En ce qui touche aux influences dérivées des plasmas reproducteurs, essayer des fécondations par pollens de *Vitis vinifera* sur plants américains puis sur les races qui découleraient successivement de cette hybridation, de façon à produire, sinon des cépages nouveaux, directement utilisables par leurs fruits, au moins des porte-greffes modifiés par le pollen européen et dès lors aptes à se marier par greffage neutre et solide aux meilleurs cépages de *vinifera* sans que le porte-greffe influence sensiblement le greffon en raison de la modification préalable de ses plasmas.

Pour ce qui est des influences réciproques du greffon et du sujet, il semble qu'un premier greffage, même à *greffe mixte*, c'est-à-dire où la végétation du porte-greffe est assurée par la conservation de quelques-uns de ses rameaux, ne confère au greffon qu'une partie des aptitudes du sujet, puisque nous avons vu que celui-ci est lui-même modifié par le greffon. Mais, si un œil de greffe pris sur une branche déjà greffée sur un pied de race étrangère, et qui par conséquent est déjà modifié lui-même par la greffe qu'il a subie, est porté sur un second pied de cette même race n'ayant jamais subi de greffage, celui-ci communiquera au greffon déjà impressionné une nouvelle modification dans le même sens que le premier sujet ; et, si ces greffes successives sur pieds vierges de race pure se répètent une troisième, une quatrième fois, etc., on accumulera sur le greffon de troisième et quatrième portée les qualités du porte-greffe. Telles seront, si l'on a bien choisi celui-ci, la résistance au froid, à la sécheresse et aux moisissures, la hâtivité, l'abondance du fruit, etc. ; en même temps, on confèrera à la race ainsi modifiée une plus grande fixité.

Supposons que nous choisissions comme porte-greffe un plant américain, bien résistant au phylloxera, à la chlorose et aux moisissures, et peu ou pas foxé. Greffé d'un de nos bons cépages français, il communiquera en quelque mesure à son greffon certaines de ses qualités secondaires, peut-être une partie de sa résistance aux atteintes du phylloxera. Le greffage d'un bourgeon emprunté à ce rameau déjà impressionné, sur un autre pied vierge américain de même race, accentuera sans doute encore la résistance acquise, et ainsi, de greffe en greffe jusqu'à la quatrième ou cinquième opération. Que l'on sème alors la graine du cépage français ainsi modifié par ces greffes successives sur pieds vierges américains, il en

résultera des variétés nouvelles et l'on pourra recueillir celles où se sont accumulées à la fois les propriétés du plant américain apte à la résistance au phylloxéra, et qui aura le mieux conservé au fruit les qualités du plant français primitif.

Mais j'entre ici dans le domaine de la pratique et je m'aperçois que je m'adresse à de savants agriculteurs, des œnologues éminents, des professeurs de Viticulture, à qui je dois demander le résultat de leur expérience plutôt qu'essayer de suggérer mes idées et mes plans. En écrivant cet article, mon but a été seulement de tenter d'expliquer, d'après mes observations personnelles et celles des autres, combien profondes sont les modifications que l'hybridation sexuelle introduit dans la constitution, dans la trame même du végétal, et comment le principe nouveau de la coalescence des plasmas explique les faits dits de variation spontanée et permet de les rapprocher des hybridations par pollens d'espèces ou de variétés différentes. Ce principe me paraît donner la raison à la fois des modifications dites monstrueuses et de celles que les travaux des sa-

vants modernes sur les effets de la greffe sont venus nous faire connaître. L'étude méthodique, expérimentale, des modifications produites par les piqûres d'insectes, la symbiose des Bactéries, des moisissures, des parasites de toute espèce, les inoculations de toxines ou de plasmas divers, et surtout les hybridations par greffe entre espèces voisines ou éloignées, constitue un vaste domaine plein de promesses pour l'avenir. Il me semble qu'éclairés par le principe de la *coalescence des plasmas*, qui permet de tenter et d'expliquer les alliances les plus lointaines et les plus imprévues, horticulteurs ou viticulteurs ne seront désormais plus obligés, en dehors des variations obtenues par pollinisation et semis, d'attendre de hasards plus ou moins heureux, mais toujours rares et incertains, la production de races nouvelles que, sans le principe de la coalescence, on ne savait comment expliquer, diriger, imiter ou provoquer¹.

Armand Gautier.

de l'Académie des Sciences,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

MAGNÉTISME, COUCHES DE PASSAGE ET ACTIONS A PETITE DISTANCE

Le magnétisme a été, depuis une vingtaine d'années, l'objet de nombreux travaux ; mais, si ceux-ci ont mis en évidence beaucoup de résultats nouveaux et ont conduit en particulier à de notables améliorations dans l'industrie électrique, il en est assez peu qui aient contribué activement à une connaissance plus intime des actions magnétiques et de leur mécanisme. J'ai essayé d'augmenter cette catégorie d'expériences en étudiant non pas les propriétés de substances magnétiques ordinaires, mais celles de substances magnétiques en formation et soumises à la force magnétique pendant leur formation même. Il était naturel d'employer des dépôts électrolytiques. Le sujet est loin d'être nouveau, car, dès 1860, Beetz¹ constata qu'on obtient ainsi facilement la saturation magnétique, résultat favorable à la théorie de l'aimantation de Weber ; mais je ne crois pas que, depuis cette époque, ce genre d'expériences ait été repris.

J'indiquerai d'abord brièvement le principe des recherches : On sait que, pour aimanter un morceau de fer, il faut le soumettre à une force magnétique ou, comme on dit habituellement, le placer dans un champ magnétique, c'est-à-dire dans un espace

où agissent des forces magnétiques produites soit par des aimants, soit par des courants électriques. On appelle intensité du champ la valeur de la force au point considéré. Le cas le plus favorable pour obtenir des résultats nets est celui où le champ est uniforme, c'est-à-dire où la force y est constante en grandeur et en direction. Dans mes expériences, le dépôt électrolytique de fer s'opérait dans un champ magnétique uniforme, d'intensité connue, et un magnétomètre permettait de connaître à chaque instant l'aimantation acquise par le dépôt.

1° J'ai mesuré l'aimantation des dépôts pour différentes valeurs du champ magnétique agissant pendant leur formation ; puis, les dépôts une fois formés, j'ai étudié l'action exercée sur leur aimantation par un champ magnétique variable, c'est-à-dire que j'ai construit leurs courbes d'hystérésis.

2° Au début de la formation de chaque dépôt se produit une perturbation qui ne peut être attribuée qu'à la cause suivante : les propriétés magnétiques d'une substance ne prennent une valeur définie qu'à une certaine distance de la surface. J'ai déterminé l'épaisseur limite correspondante en effec-

¹ BEETZ : Pogg. Ann., t. CXI, p. 407-424 ; 1860.

¹ Mémoire lu le 16 novembre 1901, au Congrès international de l'hybridation de la Vigne, tenu à Lyon.

tuant des dépôts de fer sur différents métaux, argent, cuivre, laiton, or, platine; j'ai étudié aussi des dépôts de nickel.

3° Lorsque le dépôt de fer est effectué sur une électrode d'un métal magnétique préalablement aimantée elle-même, l'aimantation de l'électrode entraîne une aimantation du dépôt de même sens que la sienne, et cette action magnétisante au contact est si active qu'elle l'emporte sur l'action d'un champ magnétique de sens contraire, agissant en même temps. J'ai étudié en détail cette nouvelle action magnétisante.

4° J'ai cherché comment varie cette action magnétisante de l'électrode quand, au lieu d'effectuer le dépôt directement sur l'électrode aimantée, on recouvre d'abord celle-ci d'une couche très mince d'un métal non magnétique, c'est-à-dire que j'ai étudié le rayon d'activité de cette action magnétisante.

Ce sont ces différents points que je vais examiner; je n'entrerai pas ici dans les détails techniques¹ et j'exposerai surtout les résultats, en indiquant l'intérêt qu'ils présentent au point de vue général.

I. — ACTION DU CHAMP MAGNÉTIQUE SUR LES DÉPÔTS ÉLECTROLYTIQUES.

Les dépôts électrolytiques sont effectués à l'intérieur d'un long tube de verre vertical; les cathodes sont des tiges cylindriques disposées suivant l'axe du tube; l'anode est une carcasse cylindrique en fils de platine, qu'on peut faire glisser le long de la paroi du tube; le champ magnétique est produit par un courant électrique circulant dans une bobine dont les spires entourent directement le tube de verre; le magnétomètre est disposé près du tube.

§ 1. — Aimantation acquise par les dépôts pendant leur formation.

Supposons qu'on produise un dépôt, les conditions de l'électrolyse restant bien constantes, et le champ magnétique ayant aussi une valeur fixe. Sur l'échelle divisée qui reçoit un rayon lumineux réfléchi par le miroir du magnétomètre, on observe un mouvement de la tache lumineuse: la déviation de cette tache à partir de sa position initiale mesure, à un moment quelconque, l'aimantation totale du dépôt; si donc l'épaisseur de celui-ci croît proportionnellement au temps, et si l'aimantation acquise par chaque parcelle a une valeur constante, la courbe qui représente des déviations de la tache en fonction du temps doit être une ligne droite, et le coefficient angulaire de cette droite mesure l'intensité de l'aimantation acquise

par le dépôt dans cette expérience. C'est bien ce que donne l'expérience, sauf cependant au début de chaque dépôt: il se produit là une perturbation dont je parlerai plus loin; les courbes ont, près de l'origine, une partie légèrement courbe, mais le reste est une ligne droite, ce qui permet de mesurer l'intensité d'aimantation de chaque dépôt.

En effectuant une série de dépôts de fer dans des conditions identiques, et en faisant varier seulement le champ magnétique dans lequel est produit le dépôt, on obtient une série de valeurs de l'intensité d'aimantation, et on peut ainsi tracer une courbe représentant l'intensité d'aimantation des dépôts en fonction du champ. C'est la courbe A de la figure 1¹; pour qu'on puisse la comparer facilement avec la courbe d'aimantation ordinaire, j'ai déterminé celle-ci pour le même fer. Pour cela,

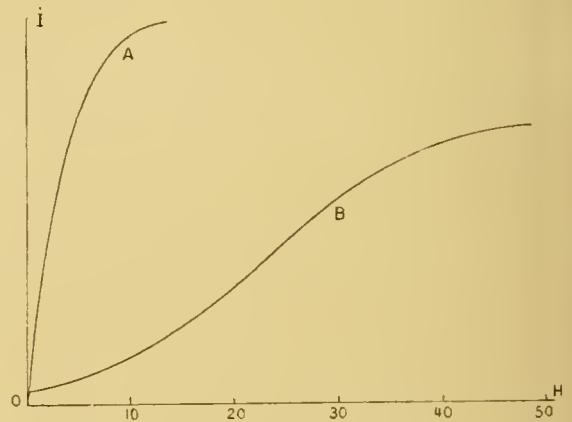


Fig. 1. — Intensité d'aimantation d'un dépôt électrolytique en fonction du champ magnétique. — A, pendant sa formation; B, après sa formation.

j'ai effectué un dépôt dans les mêmes conditions que les précédents, mais dans un champ magnétique aussi faible que possible, c'est-à-dire en faisant passer dans la bobine un courant de sens et d'intensité tels qu'il compensât aussi exactement que possible la composante verticale du champ terrestre; l'aimantation acquise par ce dépôt est très faible: après sa formation, on peut alors l'aimanter à la manière ordinaire, en faisant croître le champ magnétique produit par la bobine; on obtient ainsi la courbe B. On voit que la courbe d'aimantation des dépôts monte beaucoup plus vite que la courbe ordinaire; elle n'a, d'ailleurs, pas la même allure: elle ne présente pas de point d'inflexion, et sa croissance est très rapide dès l'ori-

¹ On pourra les trouver dans le *Journal de Physique et l'Éclairage Électrique*.

¹ Dans cette figure, et dans les figures 2 et 3, les abscisses représentent les valeurs du champ en gauss (unité électromagn. C. G. S.), et les ordonnées les valeurs de l'intensité d'aimantation en unités arbitraires. La forme de la courbe B vérifie, ce qui est bien connu, que le fer électrolytique se comporte comme un acier dur.

gine¹; dans chaque expérience donnant un point de la courbe A, le champ correspondant agit à chaque instant pendant la formation même du dépôt; on doit donc considérer cette courbe comme donnant l'aimantation la plus grande que puisse atteindre le fer étudié sous l'action d'un champ agissant seul. C'est, si l'on veut, une courbe normale d'aimantation.

§ 2. — Courbes d'hystérésis des dépôts obtenus dans un champ magnétique.

Un dépôt de fer ayant été formé dans un champ H_0 , on peut, en prenant certaines précautions sur lesquelles je n'insiste pas ici, étudier l'influence sur son aimantation d'une variation du champ magnétique.

D'abord, en ramenant le champ à 0, on constate que l'aimantation rémanente est très sensiblement égale à celle acquise par le dépôt pendant sa formation; cette aimantation est d'ailleurs moins sensible aux chocs que celle des aimants ordinaires; les aimants obtenus ainsi sont donc de très bons aimants permanents; mais il est difficile d'en obtenir d'un peu épais.

Les courbes des figures 2 et 3 indiquent suffisamment l'action de cycles du champ magnétique; on voit que l'hystérésis est très intense; on remarquera l'allure de la branche AB, correspondant à l'action d'une augmentation du champ à partir de H_0 , qui n'est pas celle des courbes d'aimantation ordinaires. Un champ magnétique négatif croissant reste longtemps sans action sensible sur l'aiman-

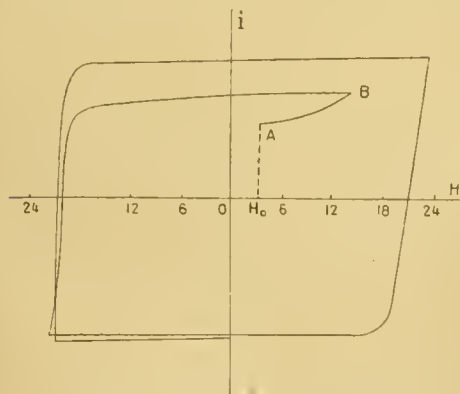


Fig. 2. — Courbe d'hystérésis d'un dépôt électrolytique obtenu dans un champ magnétique.

lation du dépôt; pour une certaine valeur du champ, son action augmente brusquement et renverse bientôt cette aimantation. Lorsqu'on est arrivé à cette période de variation rapide et qu'on

fixe un moment le champ, on constate un trainage magnétique considérable, c'est-à-dire une variation rapide d'abord, puis de plus en plus lente, de l'action du dépôt sur le magnétomètre; ce trainage a ceci d'intéressant qu'il a lieu pour des valeurs élevées du champ magnétique.

Les propriétés révélées par ces courbes presque

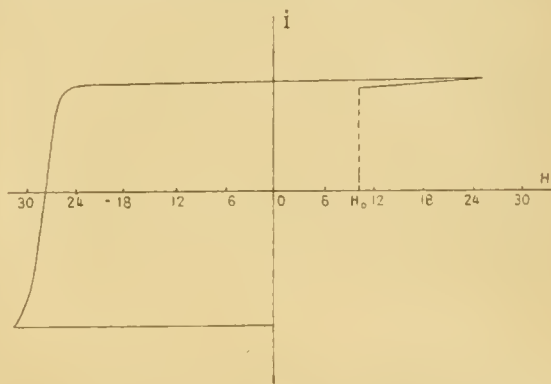


Fig. 3. — Courbe d'hystérésis d'un dépôt électrolytique obtenu dans un champ magnétique.

rectangulaires sont bien particulières aux dépôts obtenus dans un champ magnétique notable, car les courbes d'hystérésis obtenues avec des dépôts identiques, mais préparés, comme il a été dit plus haut, dans un champ presque nul, ont une forme ordinaire, bien plus arrondie.

En résumé, les caractères de l'aimantation acquise par les dépôts formés dans un champ magnétique sont d'être très élevée, relativement à celle obtenue par les procédés ordinaires (évidemment, pour les valeurs du champ qui n'entraînent pas la saturation par ces procédés), et très tenace.

II. — PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DE COUCHES TRÈS MINCES DE FER.

J'ai dit plus haut que les courbes qui représentent la marche du magnétomètre en fonction du temps pendant la formation d'un dépôt de fer sont des droites, sauf près de l'origine; elles commencent par une partie courbe, concave vers le haut (fig. 4, courbe C; on n'a figuré qu'une partie de la droite, pour donner plus d'importance dans la figure à la partie courbe); l'interprétation naturelle de ce fait est que l'intensité d'aimantation acquise par les premières couches est plus faible que l'intensité bien définie acquise par les couches qui se déposent lorsque l'épaisseur du dépôt a dépassé une certaine valeur; la forme de la portion initiale de la courbe, qui se raccorde sans coude brusque avec la portion rectiligne, montre que l'intensité d'aimantation croît à mesure que l'épaisseur du dépôt se rapproche d'une valeur limite, à

¹ C'est pourquoi, quand on cherche à obtenir un dépôt non aimanté, en compensant le champ terrestre, la compensation n'étant jamais parfaite, il se produit toujours une certaine aimantation dans un sens ou dans l'autre.

partir de laquelle l'intensité devient bien définie. On pourrait penser que cette perturbation initiale ne correspond pas à une variation des propriétés magnétiques, mais à un trouble dans le début de l'électrolyse; une discussion approfondie, que je ne reproduirai pas ici, montre que cette hypothèse est inadmissible. D'ailleurs, une preuve suffisante résulte d'un fait qu'il me reste à indiquer: la partie initiale courbe est très nette pour les champs assez faibles, de quelques gauss; mais, si l'on effectue le dépôt dans un champ plus intense, elle est moins marquée, et, si la valeur du champ est telle que l'aimantation soit dans la région de saturation, c'est-à-dire si cette valeur dépasse douze ou quinze gauss, la partie courbe disparaît pratiquement, c'est-à-dire qu'alors les premières couches s'aimantent à saturation comme les cou-

La moyenne de toutes les déterminations est à très peu près 83 $\mu\mu$: eu égard aux difficultés des expériences, les nombres obtenus avec ces différents supports s'accordent suffisamment, et il semble bien qu'on puisse conclure des résultats précédents que la nature du métal pris comme support est sans influence.

Les expériences du même genre relatives au nickel conduisent à des courbes dont la partie initiale a, au contraire de celles correspondant au fer, un coefficient angulaire plus élevé que la partie rectiligne (exemple: courbe C', fig. 4); il en résulte que l'intensité d'aimantation est plus grande pour les premières couches que pour les couches suivantes; l'épaisseur à partir de laquelle commence à se former une couche de propriétés magnétiques définies est beaucoup plus grande que pour le fer, environ 200 $\mu\mu$.

Des résultats précédents, que faut-il conclure, relativement à l'épaisseur des couches de passage? Dans cette *Revue*¹, M. Vincent a exposé et interprété les expériences se rapportant à ce sujet. J'y renverrai le lecteur; mais, pour indiquer nettement l'état de la question, je résumerai ici les faits, dont plusieurs ont été acquis postérieurement au travail de M. Vincent, en les séparant de l'interprétation. Plateau² constate que la tension superficielle de membranes savonneuses reste constante quand leur épaisseur a été diminuée jusqu'à 114 $\mu\mu$ (il n'a pas opéré sur des couches plus minces). MM. Reinold et Rucker³ reprennent ces expériences et montrent que l'épaisseur à partir de laquelle la tension superficielle commence à varier est comprise entre 45 et 96 $\mu\mu$. M. Quincke⁴ cherche quelle épaisseur d'un certain corps solide il faut appliquer sur une surface de verre pour que la hauteur d'un liquide soulevée par capillarité le long de cette paroi (ou l'angle de raccordement) prenne la valeur correspondant à ce corps intermédiaire; il trouve cette épaisseur limite:

pour le système verre-argent-eau	> 54 $\mu\mu$. ²
— verre-iodure d'argent-mercure	= 59.
— verre-sulfure d'argent-mercure	= 48 $\mu\mu$. ³
— verre-collodion-mercure	< 80.

M. Vincent⁵ trouve, comme résultat d'expériences faites avec le plus grand soin, que des lames minces d'argent ne renferment une couche intérieure de conductibilité électrique bien définie que quand leur épaisseur est supérieure à 50 $\mu\mu$.

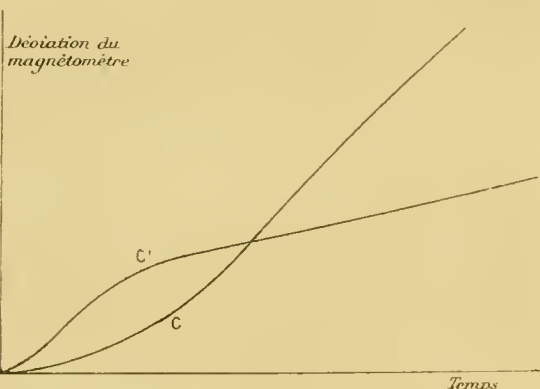


Fig. 4. — Intensité d'aimantation d'un dépôt électrolytique près de l'origine. — C, fer; C', nickel.

ches suivantes; la différence des propriétés magnétiques n'apparaît que lorsqu'on opère dans des champs pour lesquels la saturation n'est pas atteinte. Or, pour revenir à l'hypothèse faite tout à l'heure, si la partie courbe provenait d'un trouble dans l'électrolyse, il n'y aurait pas de raison pour qu'elle disparaisse pour certaines valeurs du champ.

J'ai déterminé la valeur de l'épaisseur limite à partir de laquelle commence à se former une couche de fer de propriétés magnétiques bien définies, en opérant pour des valeurs convenables du champ, et en déduisant l'épaisseur de chaque dépôt de sa masse. J'ai pris comme supports des dépôts de différents métaux, pour rechercher l'influence possible de la nature du support. Voici les moyennes des résultats obtenus pour chacun de ces métaux, en $\mu\mu$ (millionnièmes de millimètre).

Dépôts sur argent	79 $\mu\mu$
— cuivre	79
— laiton	83
— or	83
— platine	92

¹ G. VINCENT: *Revue gén. des Sciences*, t. X, p. 418; 1899.
² PLATEAU: *Statique des liquides*, t. I, p. 204-2 I.
³ REINOLD et RUCKER: *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 1881, 1883, 1886, 1893.
⁴ G. QUINCKE: *Pogg. Ann.*, t. CXXXVII, p. 402-414; 1869.
⁵ G. VINCENT: *loc. cit.* et *Ann. de Ch. et de Ph.*, t. XIX, p. 421-516; 1900.

M. Vincent déduit des résultats précédents qu'il existe deux couches de passage, une sur chaque face, ayant une existence objective, dont les épaisseurs ont une somme voisine de 50 μ , et il émet l'hypothèse¹ que cette épaisseur est la même pour tous les corps.

M. Moreau² a obtenu, plus récemment, des résultats qui appuient l'hypothèse précédente : il mesure l'effet Hall sur des lames d'argent de différentes épaisseurs, et trouve que la couche intérieure pour laquelle le coefficient de l'effet Hall a une valeur définie n'apparaît que quand l'épaisseur des lames dépasse 50 μ ; puis, il opère sur des lames d'argent recouvertes de nickel par électrolyse, et mesure soit l'effet Hall, soit la conductibilité électrique de l'ensemble : en calculant ce qui, dans chaque mesure, doit se rapporter à l'argent, il trouve par différence ce qui correspond au nickel; les résultats relatifs à ce métal sont les mêmes que pour l'argent, c'est-à-dire que les deux procédés conduisent à une épaisseur limite de 50 μ .

Enfin, parmi les expériences du même genre, on doit ranger la suivante : M. H. Weber³ a cherché pour quelle épaisseur d'huile répandue sur l'eau la tension superficielle devient constante, et a trouvé 115 μ (en indiquant que ce résultat est un peu trop fort, à cause d'un détail d'expérience⁴).

Il faut remarquer qu'en s'adressant à d'autres propriétés physiques, on obtient des résultats différents : ainsi, l'indice de réfraction de l'iodure d'argent garde une valeur pratiquement constante, même à des épaisseurs très inférieures à 50 μ ; si cette quantité varie avec la profondeur, sa variation est soit très faible, soit localisée dans une couche d'épaisseur très petite par rapport à 50 μ ; la densité semble se comporter de même⁵.

Voici maintenant des résultats obtenus en utilisant les propriétés optiques⁶ : M. Mascart⁷ trouve que la valeur de l'incidence principale, dans la réflexion sur le verre argenté, croît d'une manière continue avec l'épaisseur d'argent, et qu'elle n'a pas atteint encore une valeur définitive pour une

épaisseur d'environ 138 μ ¹. M. Wiener² a montré que la variation de phase éprouvée par la lumière dans la réflexion normale sur une couche d'argent devient constante dès que l'épaisseur de la couche atteint 12 μ . M. Meslin³, en opérant sur des lames dorées, a constaté que l'incidence principale croît d'abord avec l'épaisseur d'or, a un maximum pour 29 μ , puis un minimum pour 41 μ , puis augmente de nouveau; il a constaté aussi que la variation de phase dans la transmission croît d'une manière continue avec l'épaisseur d'or, celle-ci ayant varié de 6 à 94 μ , sans avoir atteint encore de valeur définitive.

M. Oberbeck⁴ s'est adressé aux forces électromotrices entre un métal et un liquide; il cherche pour quelle épaisseur minimum de zinc, par exemple, recouvrant une lame de platine, la force électromotrice entre la lame et une solution d'un sel de zinc où elle est plongée prend la valeur constante correspondant à une lame de zinc compact; il trouve, pour cette épaisseur limite, des valeurs oscillant entre 2 et 3 μ pour le zinc, 1 à 2 μ pour le cadmium, et inférieures à 1 μ pour le cuivre.

Enfin, mes propres résultats montrent que la variation des propriétés magnétiques se fait encore d'une manière différente, qui dépend de la nature du métal et de la valeur du champ magnétique.

Il me semble donc que l'attribution aux couches de passage d'une existence objective avec une épaisseur constante n'est pas suffisamment justifiée; ce qui est hors de doute, c'est que dans les couches superficielles les propriétés physiques varient, à cause des actions moléculaires; mais il ne paraît pas probable que ces actions aient sur les différentes propriétés physiques une influence telle qu'une discontinuité se produise toujours à la même profondeur, quel que soit le corps, et je crois que, dans la considération des couches de passage, il faut tenir compte et de la nature du corps et de celle de la propriété physique considérée.

III. — ACTION MAGNÉTISANTE DE CONTACT.

Dans les expériences relatées jusqu'ici, la cathode recevant le dépôt était d'un métal non magnétique, et l'aimantation du dépôt se faisait sous l'action d'un champ magnétique restant constant pendant toute sa formation. Supposons maintenant que la cathode, tout au moins sa surface, soit d'un métal magnétique, et préalablement aimantée, et que le champ extérieur soit, au contraire, aussi faible que

¹ M. Bouassé avait déjà interprété de même les résultats de M. Quincke (*Ann. de Ch. et Ph.*, (5), t. XXVIII, p. 172; 1893). M. Quincke les interprète autrement : il pense que les nombres qu'il trouve donnent le rayon d'activité moléculaire.

² G. MOREAU : *J. de Physique*, (3), X, p. 478; 1901.

³ H. WEBER : *Drude's Ann. d. Physik*, t. IV, p. 706-719; 1901.

⁴ D'après l'auteur, ce résultat indiquerait que la valeur du rayon d'activité moléculaire est $\frac{115}{2}$, résultat qui lui semble bien s'accorder avec celui de M. Quincke.

⁵ Ces faits résultent de l'accord qui existe entre les résultats de mesures d'épaisseurs par différentes méthodes, où interviennent ces deux quantités.

⁶ On doit reconnaître que l'interprétation de ces résultats est particulièrement délicate.

⁷ E. MASCAIT : *C. R. de l'Acad. des Sciences*, t. LXXVI, p. 866; 1873.

¹ M. Mascart évalue les épaisseurs en fraction de la longueur d'onde de la partie la plus brillante du spectre; la plus grande épaisseur correspond à la fraction 0,23.

² O. WIENER : *Wied. Ann.*, t. XXXI, p. 669; 1887.

³ G. MESLIN : *Ann. de Ch. et de Ph.*, (6), t. XX, p. 56; 1890.

⁴ A. OBERBECK : *Wied. Ann.*, t. XXXI, p. 338-339; 1887.

possible : l'expérience montre qu'alors les couches déposées par électrolyse prennent, sous l'action de la cathode aimantée, une aimantation de même sens que celle de la cathode, et peu inférieure, en général, à celle-ci. De plus, si, pendant la formation du dépôt, on fait agir un champ, qui, agissant seul, entraînerait une aimantation de sens inverse à celle de la cathode, l'action magnétisante de la cathode l'emporte sur celle de ce champ inverse. c'est-à-dire que les couches qui se déposent s'aimantent dans le sens de l'aimantation de la cathode. On peut opérer ainsi avec un champ magnétique inverse de plus en plus intense : l'action de la cathode sur les premières couches déposées l'emporte toujours sur celle du champ et cela jusqu'à ce que le champ inverse soit assez intense pour renverser l'aimantation même de la cathode¹.

On peut donc dire que l'action de la cathode sur l'aimantation des couches qu'elle reçoit reste toujours prépondérante.

Ce qui précède se rapporte à l'aimantation des premières couches déposées sur la cathode aimantée ;

si le champ négatif est considérable et qu'on continue le dépôt électrolytique, l'aimantation positive des couches successives diminue lentement

et devient même négative au bout d'un certain temps si le champ négatif est assez intense : dans ce dernier cas, on peut observer une action curieuse : ces couches à aimantation négative agissent à leur tour sur les couches antérieures ; leur action s'ajoute à celle du champ négatif et arrive, à un certain moment, si on les laisse s'accroître, à renverser de proche en proche l'aimantation des couches antérieures ; il se produit alors un trainage énergétique, et bientôt s'est établie dans toute la masse une aimantation négative déterminée, dont l'intensité dépend de la valeur du champ.

Ces résultats me paraissent être une sorte de vérification expérimentale des hypothèses de M. Ewing¹ sur les liaisons magnétiques des particules² et éclairer le mécanisme de l'hystérésis ; l'influence directrice qui s'exerce dans mes expériences entre les particules voisines existe aussi dans un noyau magnétique quelconque, et cause, au moins en grande partie, le retard dans l'action d'un champ sur un noyau magnétique ; cette action directrice, et par suite l'hys-

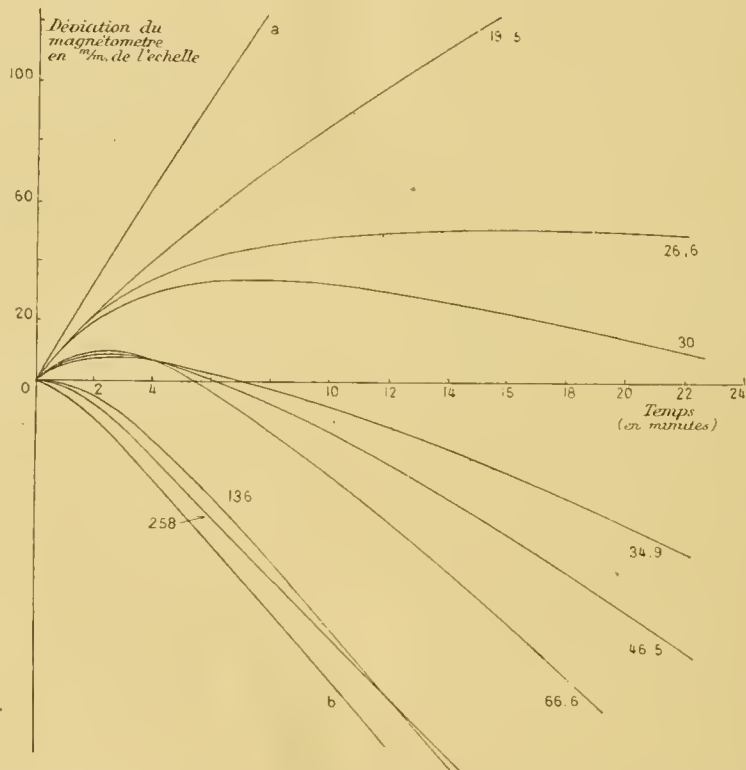


Fig. 5. — Intensités d'aimantation des dépôts obtenus dans un champ magnétique sur cathode aimantée recouverte de couches d'or de diverses épaisseurs. — En *a*, dépôt direct sur cathode aimantée ; en *b*, dépôt sur cathode non aimantée ; entre deux, dépôts sur couches d'or d'épaisseurs données en millimètres.

térésis, se manifestent d'une façon particulièrement marquée quand il y a déjà une direction d'orientation générale des particules, c'est-à-dire quand le noyau est aimanté ; dans mes dépôts, où l'orientation a été aussi complète que possible, l'hystérésis est aussi extrêmement intense. Les phénomènes de trainage correspondent aux cas où ces actions cèdent de proche en proche, après une impulsion due à une variation du champ ; dans

¹ J.-A. EWING : *Revue gén. des Sciences*, t. II, p. 737, 1891. et, pour plus de détails : *Magnetic Induction in Iron*, London, 1894.

² Sans préjudice, évidemment, des liaisons moléculaires d'autre nature.

¹ Dans ces expériences, j'utilisais comme cathodes des dépôts de fer sur laiton, obtenus dans un champ magnétique, comme il a été dit plus haut ; nous avons vu que leur aimantation est très stable, résiste à des valeurs considérables d'un champ inverse, et cède brusquement quand ce champ atteint une certaine valeur : lorsque, dans les expériences actuelles, on arrive à cette région critique du champ, des phénomènes de trainage se produisent dans les couches primitives, et l'indication du magnétomètre ne permet plus de voir ce que devient l'aimantation des nouvelles couches ; d'ailleurs, bientôt l'aimantation des couches primitives étant devenue négative par suite de ce trainage, son action de contact devient de même sens que celle du champ négatif.

les conditions ordinaires, on les constate le plus facilement quand un champ faible agit sur un noyau primitivement non aimanté, parce que, comme il n'y a pas alors d'orientation générale, les actions directrices intérieures sont faibles, et une légère action initiale suffit pour les troubler de proche en proche.

IV. — RAYON D'ACTIVITÉ DE L'ACTION MAGNÉTISANTE « DE CONTACT ».

L'action magnétisante dont il vient d'être parlé est une action moléculaire, comme celles qui interviennent dans les phénomènes capillaires, ou comme les actions directrices qui s'exercent dans l'accroissement des cristaux. L'occasion était favorable d'essayer d'obtenir des renseignements sur le rayon d'activité d'une action moléculaire déterminée. J'ai cherché comment varie l'action de la cathode aimantée lorsqu'au lieu d'y déposer directement les couches magnétiques on commence par recouvrir la cathode d'une couche d'un métal non magnétique. J'ai utilisé des couches d'or, de cuivre et d'argent déposées par électrolyse, et dont l'épaisseur était déduite de leur masse. Pour que les résultats fussent comparables, j'ai fait toutes les expériences dans les mêmes conditions; celles qui m'ont paru les plus favorables sont d'opposer à l'action de cathodes fortement aimantées préparées toujours de même) celle d'un faible champ (1 g, 65) de sens inverse à celui de l'aimantation de la cathode; de cette façon, en augmentant graduellement l'épaisseur de la couche non magnétique intermédiaire, l'action du champ inverse devient de plus en plus forte par rapport à celle de la cathode, et finit par l'emporter complètement.

Le meilleur moyen de représenter les résultats est de construire, à partir d'une même origine, les courbes représentant pour les différentes expériences la déviation du magnétomètre en fonction du temps, compté à partir du commencement du dépôt. Le coefficient angulaire d'une telle courbe représente à chaque instant, comme nous l'avons déjà vu, la valeur de l'aimantation des couches déposées pendant cet instant, et l'ordonnée représente l'intégrale de l'aimantation de la couche totale déposée depuis le début de l'expérience. Je ne reproduis ici que les courbes correspondant à des couches intermédiaires d'or (fig. 5) et de cuivre (fig. 6). Dans chaque figure, la courbe *a* est celle obtenue en effectuant le dépôt de fer directement sur la couche aimantée, sans aucun intermédiaire; la courbe *b* est celle obtenue au contraire en effectuant le dépôt sur une cathode de laiton, auquel cas le dépôt s'aimante sous l'action unique du même champ négatif qui

s'exerce dans toutes ces expériences. Entre ces deux courbes extrêmes s'échelonnent celles qui sont obtenues pour différentes épaisseurs de la couche d'or ou de cuivre intermédiaire, les nombres placés à côté de chaque courbe indiquant en $\mu\mu$ (millionnièmes de millimètre) l'épaisseur correspondante. Les abscisses des courbes donnent le temps en minutes; l'épaisseur de fer déposée par minute était d'environ 38 $\mu\mu$.

On voit que, pour une couche intermédiaire de 20 à 25 $\mu\mu$, le coefficient angulaire est déjà notablement diminué; pour 30 $\mu\mu$ l'allure est complète-

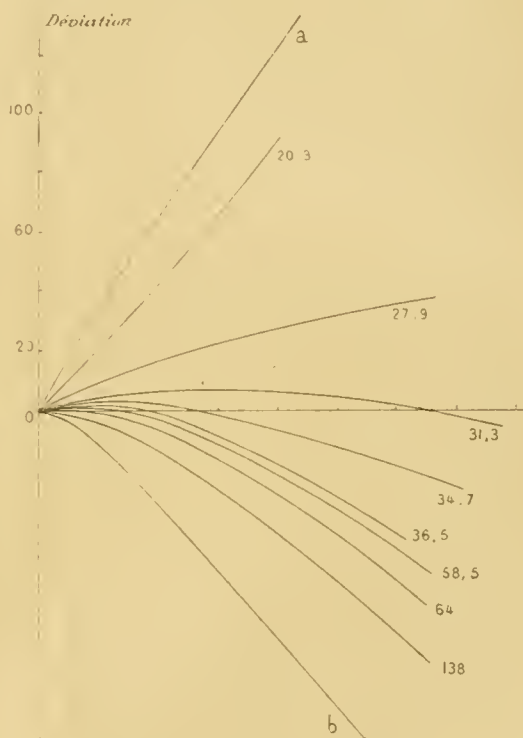


Fig. 6. — Intensités d'aimantation des dépôts obtenus dans un champ magnétique sur cathode aimantée recouverte de cuivre de diverses épaisseurs. — En *a*, dépôt direct sur cathode aimantée; en *b*, dépôt sur cathode non aimantée; entre deux, dépôt sur couches de cuivre d'épaisseurs données en millimètres.

ment modifiée: les premières couches de fer seulement s'aimantent dans le sens de l'aimantation de l'électrode; bientôt l'action du champ de sens inverse l'emporte et le coefficient angulaire change de signe, sa valeur absolue augmentant peu à peu; pour les épaisseurs plus fortes, l'action du champ inverse l'emporte dès le début, et la courbe tend vers celle obtenue quand la cathode est entièrement formée d'un métal non magnétique¹.

¹ On peut remarquer que la partie initiale troublée qui a servi plus haut à étudier les propriétés des premières couches n'apparaît pas dans les courbes où domine l'action magnétisante de l'électrode; elle réapparaît quand les

Les courbes des deux faisceaux correspondant à l'or et au cuivre s'échelonnent à peu près de même¹; lorsque les couches intermédiaires sont d'argent, on obtient encore des courbes de même allure, s'échelonnant entre *a* et *b*, mais la valeur trouvée pour l'épaisseur d'argent qui produit une certaine modification est notablement plus grande que celle d'or ou de cuivre produisant le même effet. Je ne crois pas qu'il faille conclure de ce dernier résultat que la nature de la couche intermédiaire influe sur le mode de transmission de l'action de la cathode aimantée : les couches intermédiaires d'argent sont plus difficiles à obtenir régulières que celles d'or ou de cuivre, et la mesure de leur épaisseur comporte moins de précision. C'est le parallélisme des résultats obtenus avec l'or et le cuivre qui semble au contraire à retenir. D'ailleurs, il serait bien extraordinaire que cette couche non magnétique joue dans la transmission d'une action magnétique un rôle où intervienne autre chose que son épaisseur.

L'interprétation rationnelle des résultats précédents est que l'action magnétisante de l'électrode se fait sentir à de faibles distances, à travers les couches intermédiaires, mais décroît très vite quand la distance augmente. On pourrait objecter qu'il est possible que ces couches si minces présentent des trous, par lesquels se réaliserait le contact immédiat des nouvelles couches de fer avec la cathode aimantée; l'action de celle-ci serait de moins en moins forte parce que la surface des trous diminuerait, à mesure que la masse intermédiaire augmente. Je ne crois pas cette hypothèse admissible : d'abord, l'examen attentif des dépôts intermédiaires semble montrer qu'ils sont bien continus; de plus, la modification régulière des courbes s'expliquerait difficilement dans l'hypothèse des trous; enfin, dans plusieurs expériences faites en amalgamant la couche intermédiaire, j'ai obtenu des courbes tout à fait analogues aux précédentes².

couches intermédiaires sont assez épaisses pour que cette action soit faible devant celle du champ magnétique.

¹ La grande difficulté qu'il y a à rendre les expériences exactement comparables et les difficultés expérimentales elles-mêmes, ne permettaient guère d'espérer une concordance plus complète.

² Il est cependant possible qu'il y ait, par accident, quelques trous, dont l'influence aurait peut-être une part dans la forme de la première partie de certaines courbes

Ces expériences donnent ainsi des renseignements sur la variation avec la distance d'une action moléculaire, action un peu particulière, il est vrai; on ne possédait guère jusqu'ici à ce sujet que des renseignements indirects, obtenus en interprétant les résultats expérimentaux que j'ai résumés plus haut à propos des couches de passage¹; je ferai ici une remarque analogue à celle que j'ai faite à propos des couches de passage : on ne doit pas parler, à mon avis, du rayon d'activité moléculaire en général, mais d'un rayon d'action dans chaque cas; ainsi, il semble que la distance à laquelle l'attraction des molécules les unes sur les autres est sensible dépende de la nature du corps; M. Brillouin² a montré que cette distance doit être beaucoup plus grande pour les corps isotropes que pour les cristaux, et que, pour ces derniers, elle est en relation avec leur symétrie; il y a d'autres rayons d'action à considérer, par exemple celui de l'action des molécules sur l'éther, qui intervient dans les propriétés optiques, et celui dont il s'agit ici, relatif aux actions magnétiques³.

En somme, ces expériences ont conduit à quelques résultats nouveaux concernant les propriétés magnétiques, et ont permis d'explorer un peu les phénomènes relatifs aux actions à petite distance; ces phénomènes sont encore bien peu connus; on n'aura de chances d'en trouver les lois que quand on aura rassemblé un grand nombre de faits; les recherches précédentes apportent à cette œuvre une modeste contribution.

Ch. Maurain,

Maitre de Conférences
à la Faculté des Sciences de Rennes.

correspondant à des couches intermédiaires d'or, qui paraissent un peu surélevées par rapport à l'ensemble.

¹ Voir l'article de M. VINCENT, dans la *Revue générale des Sciences*, t. X, p. 418, 1899.

² M. BRILLOUIN : *Ann. de Ch. et de Ph.* (7), t. VI, p. 340; 1895.

³ Il serait fort intéressant de faire des expériences du genre de celles-ci sur l'accroissement des cristaux, c'est-à-dire de chercher à recouvrir un cristal de couches étrangères assez minces pour qu'en le plongeant ensuite dans un bain nourrisseur, le cristal continue à s'accroître dans son ensemble, puis de couches assez épaisses pour qu'elles se comportent comme un support quelconque, et sur lesquelles se formeraient de petits cristaux indépendants. Mais, d'après les raisonnements de M. Brillouin, les premières couches devraient être beaucoup plus minces que celles réalisées ici. Quelques essais que j'ai tentés dans cette voie ne m'ont donné aucun résultat.

LE MUSCLE DANS LA SÉRIE ANIMALE

PREMIÈRE PARTIE : DISPOSITION ET ARCHITECTURE DES MUSCLES

Une des conditions les plus essentielles de l'existence des êtres organisés réside dans la faculté qu'ils ont de changer de forme et de se mouvoir. Tantôt, cette propriété semble appartenir à tout l'individu; tantôt, certaines parties de cet individu se différencient et sont plus spécialement destinées à la locomotion et aux divers mouvements. Dans ce dernier cas, ces organes portent le nom de *muscles*; les muscles présentent dans la série animale la plus grande variété. Cette variété est due à la grande diversité de mouvements que les muscles doivent produire: chacun a une fonction physiologique différente et, par suite, une autre structure tant au point de vue macroscopique qu'au point de vue histologique. Il est, en effet, un principe qui doit aujourd'hui dominer toute l'Anatomie et la Physiologie, c'est le principe de l'adaptation fonctionnelle. Le muscle permet, d'une façon relativement facile, d'étudier la relation qui existe entre la structure d'un organe et sa fonction, et nous ferons notre possible, dans cet article, pour faire apparaître cette relation. Nous arriverons aisément à ce résultat dans quelques cas particuliers, sans pouvoir toutefois poser de lois générales, trop de points de ce champ immense restant encore inexplorés.

Il importe, au début d'une étude pareille, de bien déterminer les limites du cadre dans lequel nous désirons rester. Il ne semble pas qu'il y ait lieu d'y faire rentrer tous les tissus susceptibles de changer de forme: il faudrait, pour cela, y comprendre les globules blancs du sang, par exemple.

En effet, si l'on observe au microscope un globule blanc ayant une forme sphérique au moment où l'on vient de le déposer avec une goutte de lymphé sur une lame de verre, on le voit bientôt se déformer spontanément, pousser des prolongements appelés pseudopodes qui s'allongent et se rétractent et à l'aide desquels le globule se déplace. Si l'on désirait étudier de la façon la plus complète les phénomènes du mouvement dans la vie, on ne pourrait se limiter à la Zoologie; il faudrait en sortir pour pénétrer dans le domaine de la Botanique. Il existe, en effet, des plantes qui, sous l'influence d'une excitation extérieure, sont susceptibles de mouvoir certaines de leurs parties: c'est ainsi que nous voyons la *Sensitive* (*Mimosa pudica*) replier ses feuilles quand on vient à les toucher. D'autres plantes, en grand nombre, ouvrent ou ferment leur corolle à diverses heures de la

journée. Certains Cryptogames, enfin, peuvent se déplacer dans le milieu ambiant, soit en rampant à la surface de corps solides, soit en nageant dans l'eau; telles sont la fleur de tan et quelques algues unicellulaires.

Les Protozoaires n'exécutent leurs déplacements que grâce à un mouvement pareil à celui du globule blanc, et appelé mouvement amœboïde, ou à leurs cils vibratiles. Ces cils vibratiles, uniques ou multiples, parfois en très grand nombre, sont de petits prolongements filamenteux exécutant une série d'oscillations et faisant progresser le petit être microscopique dans un milieu liquide, comme les mouvements des rames ou de la godille font avancer une barque à la surface de l'eau. Les cils vibratiles ne se rencontrent pas seulement chez les organismes inférieurs: on les retrouve dans toute la série animale. Mais ils ont alors un autre rôle que de permettre à une cellule de se déplacer; ils agitent le milieu ambiant, y produisent des courants et entraînent les particules solides pour les rejeter hors de certaines cavités. C'est ainsi que les bronches, pour ne citer qu'un exemple, sont tapissées par un épithélium à cils vibratiles qui orientent vers l'extérieur la marche de la moindre poussière qui s'y est introduite accidentellement.

Les cils vibratiles sont les organes différenciés du mouvement les plus rudimentaires; aussi, certains expérimentateurs ont-ils entrepris leur étude, ainsi que celle des mouvements amœboïdes, dans le but d'éclaircir le phénomène encore si mystérieux de la contraction musculaire. Ces organismes, étant à la base de l'échelle des êtres, semblaient, par suite de leur simplicité anatomique, se présenter sous la forme la plus schématique à l'expérimentation physiologique. Mais ces espérances n'ont pas été couronnées de succès; pas un progrès n'a été fait de cette façon dans la physiologie du muscle. Ce résultat aurait pu être prévu. Si, en effet, un organisme est idéalement simple, si aucune de ses parties n'est différenciée, c'est qu'un même substratum doit être le siège de toutes les fonctions de cet organisme. Toutes ces fonctions sont mélangées, et, quand on veut étudier l'une d'elles, on se trouve en contradiction avec ce principe fondamental qui dit à l'expérimentateur de toujours commencer par isoler le plus possible le phénomène objet de ses recherches. Il vaut bien mieux, au contraire, s'adresser à des individus hautement différenciés, chez lesquels chaque

fonction est nettement localisée dans un organe spécial. En particulier pour ce qui regarde l'étude du muscle, nous pouvons dire que les recherches ont toujours été d'autant plus fécondes qu'elles ont porté sur un muscle plus spécialisé dans sa fonction et plus compliqué en apparence.

Les mouvements amœboïdes sont généralement d'une grande lenteur; il faut suivre un globule blanc sous le microscope pendant plusieurs minutes pour le voir changer de forme d'une façon appréciable. Les oscillations des cils vibratiles sont, au contraire, très rapides, et divers auteurs ont fait remarquer que cette rapidité des mouvements est toujours liée à une disposition fibrillaire des tissus. Cette conclusion s'appuie sur un grand nombre de faits, dont nous pouvons citer d'autres exemples sans sortir du groupe des Protozoaires. Quand on ramasse les feuilles qui nagent à la surface d'un bassin et qu'on les place dans un cristallin contenant de l'eau, il suffit, au bout de quelques jours, d'examiner au microscope une goutte de cette eau pour y trouver une foule d'Infusoires. Parmi eux, on distingue facilement des Vorticelles, ressemblant à une fleur en corolle rattachée à un support fixe par une tige portant ici le nom de style. Ce style est allongé, parfois légèrement flexueux, mais il suffira de donner un léger choc sur la lame porte-objet ou sur le pied du microscope pour voir le style se rétracter brusquement en hélice. Un moment de repos suffira pour qu'il se déroule lentement, et l'on pourra recommencer l'expérience. Un examen soigné du style de la Vorticelle permet de constater que son axe est composé d'un faisceau de fibrilles, et c'est à leur présence qu'il faut attribuer la rapidité du mouvement de rétraction. Il importe de remarquer que cette rapidité de mouvement est sous l'influence d'autres conditions que la structure anatomique; ainsi, elle varie beaucoup avec la température, comme l'ont fait remarquer tous les auteurs qui se sont occupés de cette question. En plaçant les Infusoires dans de l'eau froide, tous les mouvements sont très lents; à mesure que l'on chauffe, on les voit s'accélérer; ils passent par un maximum, puis diminuent de nouveau et s'éteignent définitivement pour une température variable suivant les espèces. Mais, comme nous le verrons plus loin, l'influence de la chaleur sur le mouvement s'étudie d'une façon beaucoup plus simple et plus précise sur les muscles des animaux supérieurs; nous n'insisterons donc pas davantage sur la locomotion des Protozoaires et nous passerons immédiatement aux Métazoaires.

L'étude du muscle dans la série animale n'a encore jamais été entreprise d'une façon systématique, ni au point de vue anatomique ni au point de vue physiologique. Il n'existe que des monographies

plus ou moins complètes sur les muscles de tel ou tel animal; très souvent, leur auteur a complètement négligé tout un côté de la question. Nous allons faire tous nos efforts pour réunir et classer les principaux documents épars dans la science; il subsistera malheureusement bien des lacunes.

Il ne semble pas que la meilleure marche à suivre soit de prendre successivement les diverses espèces animales et de faire une étude complète de tous leurs muscles; une pareille méthode pourrait convenir pour un dictionnaire ou un ouvrage destiné à fournir des documents, mais serait déplorable dans une étude ayant pour but de donner une vue d'ensemble sur la disposition et la fonction des muscles dans la série animale.

Nous allons, en premier lieu, diviser notre sujet suivant les divers points qu'il s'agit d'étudier :

1^o Nous examinerons d'abord la façon dont les muscles sont construits, indépendamment de leur structure histologique, c'est-à-dire la façon dont les différentes fibres sont disposées les unes par rapport aux autres pour répondre le mieux possible aux besoins de la fonction de chaque muscle, suivant le rôle qu'il doit jouer dans l'organisme dont il fait partie;

2^o Nous décrirons comment varie la structure histologique du muscle dans la série animale;

3^o Nous rechercherons s'il est possible, avec les documents que nous possédons actuellement, d'établir une relation entre la fonction physiologique des divers muscles et leur structure histologique;

4^o Nous verrons par quels stades passe le muscle des Vertébrés pour atteindre le degré élevé de perfection qu'il possède.

1. — DISPOSITION DES FIBRES MUSCULAIRES.

Tous les muscles sont composés de fibres ou de cellules plus ou moins allongées. Ces fibres sont agencées de telle sorte que leur disposition est, dans chaque cas particulier, la plus favorable pour l'effet à obtenir. Autrement dit, dans tout muscle, les fibres sont groupées de façon à ce que ce muscle soit parfaitement adapté à sa fonction.

Toute l'architecture des muscles est réglée par les deux principes suivants :

1^o Dans un muscle, la partie fibrillaire contractile est d'autant plus longue que ce muscle doit se raccourcir davantage au moment de sa contraction;

2^o Dans un muscle, le nombre de fibres placées côte à côte et agissant simultanément pour ajouter leur effet de traction est d'autant plus considérable que l'effort à développer par le muscle au moment de sa contraction est plus grand.

Le premier de ces deux principes résulte de ce que toute fibre musculaire se raccourcit, au moment de

sa contraction, d'une fraction déterminée de sa valeur, variable bien entendu suivant la nature de la fibre musculaire. Cette fraction semble varier entre 25 % et 60 %. Supposons, pour fixer les idées, qu'une certaine espèce de fibre musculaire se raccourcisse de 50 % de sa longueur au moment de sa contraction la plus énergique. Pour obtenir un déplacement de un centimètre, il faudra un muscle ayant 2 centimètres de longueur de fibre. Si nous voulons un raccourcissement de 2 centimètres, ces fibres devront avoir 4 centimètres, et ainsi de suite. C'est ce qui est exprimé par le premier principe.

Quant au deuxième principe, il n'y a pas lieu d'y insister; il est évident que, chaque fibre ne pouvant exercer qu'une traction déterminée, il faudra d'autant plus de fibres que l'effort total à développer est plus considérable. De même qu'un cheval ne pouvant traîner qu'un poids déterminé, si ce poids devient deux fois, trois fois, etc., plus grand, il faudra employer deux, trois, etc., chevaux.

Ces principes sont rationnels; s'ils sont observés dans la structure des muscles, ces muscles seront aussi rationnels. Mais il pourrait arriver qu'il n'en soit pas ainsi, que, par exemple, un muscle contienne un nombre de fibres trop grand et pêche ainsi par excès de force, qu'il y ait prodigalité de matière, comme, pour conserver la comparaison faite plus haut, il y aurait prodigalité en attelant quatre chevaux à une voiture légère destinée à un cheval. Il pourrait arriver aussi que les fibres musculaires soient trop longues pour le mouvement à produire, c'est-à-dire, en résumé, que le muscle ne soit pas adapté à sa fonction de la façon la plus économique. Il y a donc lieu de rechercher si l'adaptation fonctionnelle est bien réalisée. D'après certains auteurs, la disposition d'un grand nombre de muscles de l'homme et des animaux serait très déficiente: la fonction n'aurait pas sur l'organe l'influence qu'on lui attribue généralement. Le contrôle de cette assertion a une portée plus grande qu'il ne semble au premier abord; les conclusions que l'on pourra en tirer ne se limitent pas à un simple petit problème de mécanique animale.

Si les fibres de tous les muscles étaient identiques entre elles, la vérification d'une bonne adaptation fonctionnelle serait chose relativement simple; mais il n'en est pas ainsi, et, pour bien faire saisir la difficulté du problème, nous allons prendre une comparaison.

Soit un fil métallique, d'acier par exemple, de 1 millimètre carré de section; allongeons-le, par traction, de B en B' (fig. 1). La réaction du fil ne sera pas la même à toutes les phases de l'allongement. Au début, quand la longueur sera encore voisine de AB, la

A
B
B'

Fig. 1.

réaction sera faible; mais, à mesure que la longueur du fil augmentera, la réaction du fil ira aussi en augmentant pour prendre une certaine valeur en B'. Si nous prenons une série de fils identiques, il faudra toujours les allonger de la même quantité pour arriver à la même réaction; mais il n'en est plus de même si les fils sont de longueur différente; dans chaque cas, l'allongement doit alors être proportionnel à la longueur du fil. Si, au lieu de prendre des fils d'acier, on prend des fils de métaux différents, de cuivre, de fer, de platine, etc., les choses se compliquent encore. Pour des fils de même longueur, il faudra des allongements variables pour arriver à la même réaction, et si, en même temps que la nature de la matière, on change la longueur des fils, les allongements suivent une loi compliquée résultant à la fois de l'influence des deux éléments variables. Si l'un de ces éléments nous est inconnu, il nous est impossible d'apprécier l'effet produit par l'autre. Ainsi, si nous savons qu'un certain fil d'acier de 1 mètre de longueur exerce une traction de 2 kilos quand on l'allonge de 1 millimètre, nous saurons qu'un autre fil semblable au premier, mais n'ayant, par exemple, que 50 centimètres, exercera sa réaction de 2 kilos pour un allongement de 0^{mm},5. Mais, si l'on nous demande quelle sera la réaction d'un fil de cuivre de 0^{mm},5 de longueur pour un allongement de 0^{mm},5, nous ne pourrons pas répondre à cette question d'après ces seules données.

Il en est de même pour les muscles. Considérons une fibre musculaire AB (fig. 2, au moment de sa contraction; si elle est libre, elle se raccourcira en AB'; mais, s'il se trouve un obstacle en B'', elle exercera sur cet obstacle une traction, comme si l'on avait allongé un fil élastique AB' en AB''.

Prenons maintenant une autre fibre musculaire ab, de même nature que la précédente, n'en différant que par la longueur. Si cette fibre se contractait librement, elle prendrait la longueur ab', se raccourcissant dans le même rapport que l'avait fait AB; et, pour qu'elle exerce contre un obstacle b'' le même effort que le faisait AB contre B'', il faut que cet obstacle se trouve en un point b'' de ab divisant ab dans le même rapport que B'' le faisait pour AB.

Nous pouvons nous résumer en disant: Pour que plusieurs fibres musculaires exercent la même traction au moment de leur raccourcissement, il faut que le déplacement du point mobile soit proportionnel à la longueur de la fibre.

Mais cela n'est vrai que si les deux fibres musculaires sont de même nature. Si, au moment de

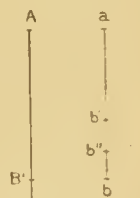


Fig. 2.

leur contraction, elles tendent à se raccourcir de fractions différentes de leur longueur, on ne peut plus prévoir quel doit être le rapport entre les déplacements qu'elles produisent, pour une parfaite adaptation.

C'est là ce qui rend si difficile la vérification exacte de l'adaptation fonctionnelle des muscles. Si toutes les fibres étaient identiques entre elles, il suffirait de prendre une série de muscles à fibres parallèles et de rechercher si toujours l'amplitude du mouvement qu'ils ont à exercer est proportionnelle à la longueur des fibres. Mais nous savons que le coefficient de raccourcissement des divers muscles varie beaucoup, de 25 % à 60 %, suivant certains auteurs. Ces chiffres ont été trouvés sur les Mammifères; en sortant de cette classe d'animaux, on trouverait des écarts peut-être encore plus considérables.

Maintenant que nous avons exposé les difficultés de la question, nous allons suivre les étapes successives qui ont permis de montrer que le principe de la bonne adaptation fonctionnelle pouvait être admis comme une vérité. Déjà, Borelli¹ avait remarqué ce fait que les muscles destinés à produire de grands déplacements de leurs points d'attache avaient une grande longueur de fibre musculaire. Tels sont, par exemple, le sterno-mastoïdien et surtout le couturier.

De plus, divers auteurs : Fick, Gubler, Henke, Hueter se sont occupés de la relation qui existe entre la longueur des fibres d'un muscle et sa fonction, mais sans bien comprendre le rôle de l'adaptation. C'est M. Marey, qui, le premier, a donné la véritable signification de ce fait et l'a bien étudié. Il a d'abord montré, par divers exemples d'Anatomie comparée, que dans des muscles homologues on voit la fibre musculaire s'allonger aux dépens du tendon ou inversement, suivant que l'amplitude des mouvements provoqués par ces muscles est plus ou moins grande. Comme exemple particulièrement frappant, il cite l'ensemble des muscles formant la patte d'oie, c'est-à-dire le couturier, le droit interne et le demi-tendineux.

Ces muscles s'insèrent par leur extrémité supérieure au bassin, par leur extrémité inférieure au tibia. Dans les flexions de la cuisse sur le bassin et de la jambe sur la cuisse, ces muscles devront se raccourcir beaucoup; aussi ont-ils une très grande longueur de fibre musculaire. Mais, en y regardant de plus près, on voit que, chez l'homme, où l'insertion inférieure se fait très près du genou, le couturier, par exemple, est muni d'un prolongement tendineux assez long. Chez les singes, on voit simultanément cette insertion se

faire de plus en plus bas, et, par suite de la plus grande amplitude qui en résulte pour le déplacement de l'extrémité inférieure du muscle, la fibre musculaire s'allonge aux dépens du tendon. Enfin, chez les quadrupèdes comme le coïta, où cette insertion descend encore, le tendon disparaît complètement.

Il n'est pas nécessaire de sortir de l'espèce humaine pour pouvoir faire des observations du même genre. Le mollet du nègre n'est pas pareil à celui du blanc; au lieu de se composer d'un ventre charnu très gros prolongé par un tendon d'Achille fort long, on y voit les fibres musculaires descendre très bas et former une masse de section moindre que chez le blanc. M. Marey en a conclu que les gastrocnémiens du nègre, ayant une puissance de traction moindre que chez le blanc, mais étant susceptibles de produire un grand déplacement, doivent agir sur un plus grand bras de levier, c'est-à-dire que la saillie postérieure du calcaneum, où se fixe le tendon d'Achille, doit être plus prononcée chez le nègre que chez le blanc. Ces prévisions furent pleinement vérifiées, car des mesures comparatives montrèrent que le rapport des longueurs du calcaneum chez le nègre et chez le blanc est de 7 à 5.

Si réellement la différence entre ces deux mollets tient à l'adaptation du muscle à sa fonction, en transformant le calcaneum d'un nègre ou d'un blanc, cette modification doit entraîner un changement parallèle dans les muscles correspondants.

M. Marey fit une expérience de ce genre sur le lapin. Le calcaneum de cet animal est très proéminent, il est analogue à celui du nègre; en en faisant une résection, on le transforma en calcaneum de blanc; puis, après avoir laissé vivre l'animal pendant un an, on le sacrifia, et l'on compara la forme de ses gastrocnémiens du côté opéré et du côté normal. La différence fut frappante: l'expérience était absolument démonstrative. Le mouvement était devenu moins ample, les fibres musculaires s'étaient raccourcies en se transformant partiellement en tendon. Au point de vue de l'augmentation de section, la démonstration ne fut pas probante; mais il faut tenir compte du traumatisme par suite duquel le muscle ne se trouvait pas dans des conditions de fonctionnement normal. Il serait désirable de faire l'expérience inverse, conduisant à un allongement de la fibre musculaire aux dépens du tendon; malheureusement, la greffe qu'elle nécessiterait paraît très difficile à réaliser.

Ces expériences ont été reprises sur le chat par Joachimsthal¹. En réséquant un centimètre de calcaneum, il obtint le même résultat que Marey,

¹ BORELLI : *De motu animalium*.

¹ JOACHIMSTHAL : *Arch. f. Phys.*, 1896, p. 338.

allongement et épaissement du tendon, mais pas d'augmentation de section du muscle.

Le hasard de la clinique offrit à cet expérimentateur un cas analogue. Une jeune fille de 18 ans, affligée d'un pied bot congénital, avait été traitée dans son enfance par le chirurgien Julius Wolf à l'aide d'un appareil orthopédique. A l'âge où la vit Joachimsthal, elle paraissait absolument guérie, son pied ayant la même apparence et la même fonction que le pied sain; seulement, il semblait, au premier abord, qu'elle eût une atrophie considérable de la jambe.

Un examen plus approfondi fit voir qu'elle avait un calcanéum extrêmement court et que la masse musculaire s'était localisée au quart supérieur de la jambe où elle formait une forte saillie, le reste étant occupé par un tendon d'Achille extrêmement long.

W. Roux a fait un grand nombre d'observations sur l'homme pour répondre aux objections de certains auteurs qui se demandaient si, dans la comparaison faite entre divers muscles, la prédominance plus ou moins grande de la fibre musculaire sur le tendon ne tenait pas à une influence héréditaire ou à une différence dans le coefficient de raccourcissement des divers muscles, point dont nous avons signalé l'importance plus haut. Dans ses recherches, Roux compara les diverses fibres d'un même muscle, et, dès lors, ces objections perdirent leur valeur.

En premier lieu, il fit remarquer que lorsqu'un muscle s'insère par ses deux extrémités sur des aponévroses tendineuses, les mêmes accidents se reproduisent, en sens inverse, à ses deux extrémités. C'est-à-dire que, si à l'une des insertions quelques fibres musculaires se trouvent raccourcies par suite d'un empiètement du tendon, elles rattrapent leur longueur en empiétant elles-mêmes de la même quantité sur l'autre aponévrose tendineuse (fig. 3). Ceci se présente avec une régularité telle qu'on ne peut l'attribuer au hasard: chaque fibre prend, par adaptation, la même longueur que les fibres voisines, parce qu'elle est de même espèce, et qu'au moment de la contraction du muscle elle se raccourcit de la même quantité.

Si un muscle a plusieurs chefs, la longueur des fibres qui les composent est la même si l'amplitude du raccourcissement pour les divers chefs est la même. Au contraire, s'il n'en est pas ainsi, elle varie suivant la loi de proportionnalité que nous avons indiquée plus haut.

Enfin, et ici il ne peut plus être question d'in-

fluence héréditaire, s'il se produit des anomalies, ou des muscles surnuméraires, toujours cette loi est respectée.

Roux tira aussi de la pathologie fonctionnelle des preuves de l'adaptation. Il eut l'occasion de disséquer deux individus ayant une ankylose partielle de la colonne vertébrale par mal de Pott. La diminution de mobilité fut accompagnée d'un raccourcissement des fibres musculaires du transversaire épineux au profit des tendons. Ces faits sont analogues à ceux que nous avons rapportés plus haut, et Roux put parfaitement distinguer au microscope, dans le tendon nouvellement formé, des vestiges des anciennes fibres musculaires.

Enfin, Roux se proposa de faire une statistique très étendue, portant sur la longueur de fibre d'un muscle susceptible de présenter, d'un individu à l'autre, des mouvements d'amplitude très différente.

Il choisit pour cela le carré pronateur. Les fibres de ce muscle sont parallèles entre elles, et, par suite, faciles à mesurer. De plus, l'amplitude des mouvements qu'il produit est très variable d'un individu à l'autre. Il sert à faire tourner le radius autour du cubitus, et l'amplitude de cette rotation est souvent limitée par une ankylose plus ou moins prononcée du coude. En dehors de cela, elle varie suivant la profession des gens; ainsi, elle est particulièrement grande chez les escrimeurs. Roux mesura, sur 51 bras différents, la valeur de l'angle dont le radius pouvait tourner autour du cubitus, et compara les résultats de ces mesures à la longueur de fibre du carré pronateur correspondant. La conclusion fut absolument frappante: plus la rotation était limitée et plus on voyait la partie tendineuse du muscle empiéter sur la fibre musculaire. Il y avait une concordance très satisfaisante entre les valeurs déterminées expérimentalement et les valeurs que l'on calculait après avoir mesuré l'angle de rotation, en attribuant à tous ces muscles un même coefficient de raccourcissement au moment de leur contraction.

Enfin, une dernière question se pose. Il existe, aussi bien dans le corps de l'homme que dans celui des animaux, des muscles dont les diverses fibres ne sont pas égales entre elles; cela arrive quand ces fibres ne sont pas parallèles, ou bien quand, au moment de leur contraction, elles ne se raccourcissent pas toutes de la même quantité, par suite de la disposition spéciale de leurs insertions. Il y avait lieu de se demander si, dans ce cas, nous retrouvons encore les lois de l'adaptation fonctionnelle et si, par suite, ces lois sont absolument générales.

Cette vérification avait d'autant plus de valeur que, dans un même muscle, on n'a pas à craindre



Fig. 3.

la variabilité du coefficient de raccourcissement d'une fibre à l'autre, et si, dans un muscle de structure un peu compliquée, on retrouve la proportionnalité de la longueur de la fibre à la grandeur du déplacement, on ne pourra pas l'attribuer à un pur hasard. Cette recherche peut donc être très démonstrative; voici comment je m'y suis pris pour la faire.

Supposons qu'un muscle s'insère par une de ses extrémités à un os long AB (fig. 4), et par l'autre extrémité à un point C; ce muscle aura par là même une forme triangulaire, et ses diverses fibres ne seront pas parallèles entre elles. Au moment où le muscle se contractera, AB étant supposé rester fixe,

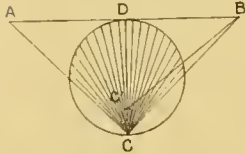


Fig. 4.

le point C se déplacera sur la ligne CD et viendra en C' par exemple; la fibre CD se sera raccourcie de CC', mais la fibre BC, qui sera venue en BC', aura subi un raccourcissement BC—BC' moindre que CC'; par conséquent, si le muscle est bien adapté, la fibre dirigée suivant BC devra avoir une longueur moindre que CD. Une démonstration géométrique très simple permet de faire voir que, si DC est la longueur de la fibre centrale, toutes les autres fibres vont en diminuant de plus en plus à mesure qu'elles s'écartent de DC et qu'on peut les limiter par un cercle décrit sur CD comme diamètre, ainsi que le représente la figure. La partie musculaire est alors représentée par la surface ombrée, la partie tendineuse par la surface claire. Il est évident qu'il peut se trouver en C une portion tendineuse, elle devra alors être limitée par un deuxième cercle. Enfin, sur le muscle ainsi constitué, on peut déplacer une fibre quelconque dans sa propre direction pourvu qu'elle reste de longueur constante, c'est-à-dire que la partie tendineuse devra augmenter d'un côté autant qu'elle diminue de l'autre; on peut alors arriver à des formes très variables de tendons terminaux.

Pour rechercher si ces considérations théoriques se vérifiaient dans la Nature, je n'ai pu trouver de muscle triangulaire, mais l'opération peut se faire sur un muscle penniforme. Dans un pareil muscle, les fibres ont, en effet, des directions variées; si on les transportait toutes parallèlement à elles-mêmes, de façon à faire coïncider leurs insertions inférieures en un point, on aurait un muscle triangulaire qui devrait suivre la loi que nous venons d'indiquer.

On peut donc, sur un muscle penniforme, faire des mesures de longueurs de fibre nécessaires à la vérification de la loi. Sans entrer dans le détail des opérations, je dirai que cette vérification se fait

d'une façon très satisfaisante. Dans une première série de recherches, j'avais rencontré quelques exceptions; mais, depuis, j'ai reconnu qu'elles tenaient à une conception fautive de certains muscles qui ne sont penniformes qu'en apparence, et que j'ai nommés muscles pseudo-penniformes.

Voici, enfin, un exemple de muscles à fibres presque parallèles entre elles, mais de longueur variable. Il s'agit du brachial antérieur. La figure 5 montre plus clairement que toute description qu'au moment où l'avant-bras tourne autour du coude en se fléchissant sur le bras, les fibres antérieures subissent une plus grande variation de longueur que les fibres postérieures. Ces fibres antérieures sont aussi plus longues



Fig. 5.

en valeur absolue; mais un calcul élémentaire montre que, pour une parfaite adaptation du muscle, un petit tendon devrait empiéter de plus en plus sur les fibres musculaires à mesure que l'on se porte davantage d'avant en arrière, et il est facile de déterminer les dimensions de ce petit tendon triangulaire. Dans ce cas encore, on trouve une vérification remarquable; les écarts entre les prévisions du calcul et les déterminations expérimentales rentrent dans la limite des erreurs que l'on est forcément exposé à commettre dans des mesures de ce genre.

En résumé, nous pourrions conclure de cet ensemble de faits que le premier principe d'une bonne adaptation fonctionnelle se trouve vérifié, et que, toutes choses égales d'ailleurs, la longueur d'une fibre musculaire est toujours proportionnelle à la grandeur du déplacement qu'elle doit produire.

Quant au second principe, d'après lequel il faut un nombre de fibres musculaires d'autant plus grand que l'effort à développer est plus considérable, il est difficile de le vérifier d'une façon précise. La force développée par un même muscle est, en effet, extrêmement variable, et ce n'est qu'approximativement que l'on peut constater que ce second principe est généralement satisfait.

Nous allons voir maintenant comment ces deux principes trouvent leur application dans la structure des divers muscles de l'économie.

II. — ARCHITECTURE DES MUSCLES.

Dans la description des diverses formes que peuvent prendre les muscles dans la série animale, nous allons faire une première division. Nous considérerons en premier lieu les muscles qui s'insèrent sur des pièces fixes, comme le squelette des

Vertébrés ou les coquilles des Mollusques, et qui sont destinés à mouvoir ces pièces les unes par rapport aux autres. Puis, nous passerons aux muscles destinés à changer la forme générale du corps d'un animal ou d'un de ses organes.

§ 1. — Muscles prenant insertion sur des pièces fixes.

Le muscle le plus simple que nous puissions imaginer se compose de fibres parallèles entre elles, et se terminant par un tendon ou s'insérant directement sur les pièces à mouvoir. Chaque fibre agit dans la direction du déplacement qu'elle est destinée à produire, et ajoute son action à celle des fibres voisines. Ces muscles sont généralement destinés aux mouvements de grande amplitude; aussi sont-ils du type long à section relativement réduite. L'exemple que l'on en cite le plus souvent est le couturier.

Nous avons déjà vu que, chez l'homme, ce couturier prenait son insertion inférieure sur le tibia au moyen d'un tendon, et que l'on voyait ce tendon disparaître à mesure que l'insertion s'éloignait du genou chez les singes et les quadrupèdes. Cet exemple n'est pas unique; si nous comparons le bras d'un singe au bras d'un homme, nous voyons la même modification se produire. Chez les singes, l'insertion au cubitus et au radius des muscles fléchisseurs du bras s'éloigne de plus en plus du coude, de sorte qu'au moment de leur contraction ces muscles, agissant plus loin de l'axe de rotation du levier, ont plus d'action sur lui, et c'est ainsi que peut s'expliquer la force considérable de ces animaux, malgré leur apparence parfois très grêle. Chaque fois que l'on verra se produire un grand déplacement, on retrouvera le muscle à fibres parallèles, que ce soit le sterno-mastoïdien de l'homme ou le muscle rétracteur des cornes de l'escargot. Bien entendu, lorsque ce mouvement devra être accompagné d'une grande force, sa section augmentera et pourra varier suivant les individus. C'est ce qu'il est aisé de constater, par exemple, sur le biceps de l'homme.

Il arrive que l'effort à développer devienne par trop considérable; cela a lieu quand l'une des insertions du muscle est très voisine de l'articulation. Il faut alors le concours simultané d'un grand nombre de fibres, et, en restant dans le type de muscle que nous venons d'étudier, on arriverait à des masses énormes. Mais, dans ce cas, l'amplitude du mouvement est, la plupart du temps, très réduite et divers artifices permettent de réduire le volume du muscle.

Considérons le masséter de l'homme. En mesurant la distance de ses insertions et la grandeur du mouvement à produire, on en conclut que, si les

fibres musculaires s'étendaient d'une insertion à l'autre et avaient le même coefficient de raccourcissement que les autres muscles de l'économie, la longueur de ces fibres serait environ trois fois trop grande pour une bonne adaptation fonctionnelle. Chaque fibre devrait donc n'occuper que le tiers de la longueur et être prolongée par des tendons, comme l'indique la figure 6. Dans ces conditions, le muscle n'atteindrait sa puissance que grâce à des dimensions transversales très considérables.

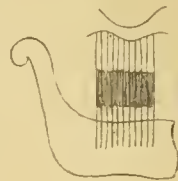


Fig. 6.

Voici à l'aide de quel artifice la difficulté est éludée. Les fibres musculaires se groupent par petits ventres ayant chacun le tiers de la longueur totale du muscle. Les petits ventres, prolongés chacun par deux tendons, se disposent de façon à occuper des hauteurs différentes, pour ne pas additionner leurs épaisseurs (fig. 7). Malgré cela, bien entendu, ils ajoutent leurs efforts au moment de la contraction. Le masséter a donc, en réalité, une longueur de fibres trois fois moindre que celle qu'il semble avoir au premier abord, mais sa section utile est trois fois plus grande que sa section apparente.



Fig. 7.

Pour certains muscles, cette disposition est poussée encore plus loin; les ventres musculaires sont plus petits et plus nombreux. C'est ainsi que le muscle ischio-coecygien est composé de petits groupes de la dimension d'un grain de blé, le coecyx étant un os très peu mobile.

Les exemples du dispositif que nous venons de décrire sont assez rares; on ne les trouve que lorsque l'espace à franchir entre les deux insertions est restreint. Quand le mouvement doit, au contraire, être transmis à un organe assez éloigné de l'insertion supérieure du muscle, que ce muscle est situé dans un segment de membre et que son tendon doit franchir des articulations dans une section assez réduite, on voit apparaître le muscle penniforme.

Ce muscle penniforme n'est cependant pas si éloigné du précédent qu'il semble généralement. Je vais au contraire montrer qu'il en dérive directement et peut alors affecter deux dispositions en donnant soit le muscle penniforme vrai, soit ce que j'ai appelé le muscle pseudo-penniforme.



Fig. 8.

Considérons un ventre musculaire *ab* (fig. 8), prolongé de chaque côté par deux petits tendons *ac* et

bd; puis, plaçons de chaque côté de ce groupe une série de groupes semblables, en allongeant peu à peu le tendon supérieur et diminuant le tendon inférieur; nous aurons institué un muscle analogue à ceux que j'ai décrits, mais qui occupera un espace très considérable pour l'effet qu'il produira, avec des insertions énormes *mn, pq*. Pour transformer l'insertion inférieure en un tendon long qui pourra passer par-dessus des articulations, il faut coller ensemble tous les petits tendons partiels, tels que *b d*, c'est-à-dire rapprocher de la ligne médiane tous les points analogues à *b*. Si l'on fait la même opération pour les tendons supérieurs, de façon à faire un tendon s'insérant en *c* à une surface restreinte, on aura un muscle pseudo-penniforme. Si, au contraire, les petits groupes musculaires prennent leur insertion supérieure à distance de la ligne *ca*, sur un os parallèle à *ca* ou sur des aponévroses résistantes, nous aurons le muscle penniforme vrai. Ces deux espèces de muscle se rencontrent dans le corps de l'homme et des animaux. Si on leur applique les principes d'adaptation fonctionnelle que j'ai exposés plus haut, on trouve que, dans le muscle penniforme vrai, les fibres latérales doivent être plus courtes que la fibre centrale; dans le muscle pseudo-penniforme, c'est la fibre centrale qui doit être légèrement plus courte que les fibres latérales. L'expérience vérifie ces prévisions, et c'est la confusion entre les muscles penniformes et pseudo-penniformes qui, pendant longtemps, ne m'avait pas permis d'expliquer certaines anomalies que j'avais rencontrées dans la vérification du principe d'une parfaite adaptation de l'organe à la fonction.

Dans un muscle penniforme, les fibres étant inclinées sur la direction du mouvement à produire, la force développée par chacune d'elles ne se transmet pas intégralement au tendon. Si l'on considère deux fibres *ab, a'b* placées à la même hauteur dans un muscle (fig. 9), chacune de ces deux fibres exerçant, par exemple, une traction de 1 gramme, il ne résultera pas de leur action simultanée une force de 2 grammes dans la direction *cb* du tendon.

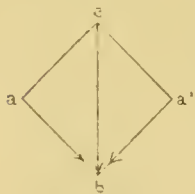


Fig. 9.

La résultante est variable, suivant l'angle que ces fibres font entre elles. L'expérience montre que cet angle n'est jamais supérieur à 50° ou 60° et, dans ce cas, les 2 grammes se réduisent à 1,7 ou 1,8. Il y a donc un léger déchet, mais il est largement compensé par le nombre de fibres entrant en jeu, plus grand que si le muscle était à fibres parallèles entre elles.

Parfois, un muscle penniforme ne suffit pas, la force à développer devenant par trop grande; il y a

alors un groupement de muscles penniformes donnant au premier abord une structure très compliquée. C'est ainsi que le deltoïde de l'homme, qui agit sur un très court bras de levier et qui, dans les mouvements d'élevation du bras, permet cependant de soulever des poids considérables, est composé d'une vingtaine de petits muscles penniformes se groupant à leur partie inférieure sur un tendon unique. Le schéma de la figure 10 rend compte de la disposition des fibres les unes par rapport aux autres dans ce muscle.

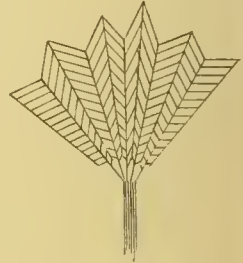


Fig. 10.

Bien entendu, le tendon inférieur peut être plus ou moins réduit, et l'insertion du muscle se faire même directement sur l'os; le grand fessier se trouve à peu près dans ce cas.

Parfois, l'insertion d'un muscle sur un os s'étend plus ou moins; il en résulte que l'action de ce muscle ne se résume pas en une simple traction exercée en un point, comme cela se produit lorsqu'il est prolongé par un tendon, et que l'étude devient un peu plus délicate.

Nous avons déjà vu que, pour le brachial antérieur, les diverses fibres parallèles entre elles n'avaient pas la même longueur et qu'elles étaient ramenées à leur dimension rationnelle par une partie tendineuse. Un réglage de ce genre se produit fréquemment; un des plus beaux exemples que l'on puisse en citer est celui du trapèze et du grand dorsal, où l'on voit de vastes aponévroses prolonger la nappe musculaire jusqu'à l'épine dorsale.

D'autres fois, on voit intervenir un autre artifice; les points d'insertion des diverses fibres musculaires se répartissent d'une façon assez étrange au premier abord. Considérons le grand pectoral, qui prend son insertion fixe sur la clavicule, le sternum et les côtes et son insertion mobile sur l'humérus. Si ces fibres suivaient les trajets indiqués sur la figure 11 et qui, au premier abord, semblent s'imposer, ou si elles s'inséraient toutes en un même point de l'humérus, on voit qu'au moment de l'élevation du bras les fibres supérieures voisines de *ab* ne subiraient presque aucun allongement, tandis que les fibres inférieures voisines de *cd* seraient considérablement étirées. Pour les fibres supérieures, les choses pourraient s'arranger; elles s'adaptent en prenant un tendon, mais la longueur des fibres voisines de *cd* est forcément limitée.

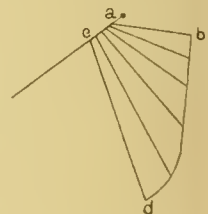


Fig. 11.

Parfois, un muscle penniforme ne suffit pas, la force à développer devenant par trop grande; il y a

Si, au contraire, les fibres voisines de la clavicule s'insèrent sur l'humérus en un point éloigné de l'articulation, et que les fibres inférieures s'insèrent très près de cette même articulation, comme cela est représenté sur la figure 12, l'écart entre les allongements des diverses fibres au moment de l'élevation du bras va beaucoup diminuer, et leur parfaite régulation se fera facilement par une aponévrose. C'est ainsi que les choses sont disposées en réalité.

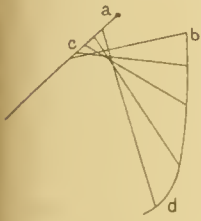


Fig. 12.

§ 2. — Muscles destinés à changer la forme générale du corps ou d'un organe.

Nous allons maintenant examiner la disposition des muscles qui n'ont pas pour but de rapprocher l'un de l'autre deux points mobiles.

En premier lieu, nous trouvons les sphincters, les muscles orbiculaires et semi-orbiculaires. Dans ces cas, tantôt un même muscle fait le tour d'un orifice qu'il est chargé de clore en se fermant sur lui-même, tantôt il y a deux muscles semi-orbiculaires qui viennent s'insérer aux deux extrémités d'un diamètre sur un raphé médian. Les fibres de ces muscles offrent toujours la disposition la plus simple; si on les coupait en un point, on aurait, en les ouvrant, un muscle à fibres parallèles; il n'y a donc pas lieu d'insister sur leur structure.

Je n'ai pas non plus à signaler de disposition remarquable des fibres dans les muscles comme le diaphragme; mais il n'en est plus de même quand nous arrivons aux parois musculaires destinées à clore plus ou moins complètement une cavité.

Parfois, nous trouvons alors des fibres musculaires orientées dans toutes les directions, qui compriment également le contenu de la cavité dans tous les sens en cherchant à en réduire le volume. C'est ce qui a lieu pour la vessie. D'autres fois, comme dans le tube digestif, ces fibres prennent des directions bien déterminées et se répartissent en couches. Dans ces organes de forme allongée, nous trouvons alors, d'une façon à peu près constante, une couche de fibres circulaires destinées à faire varier le calibre de l'organe, et une couche longitudinale, agissant en sens inverse de la précédente en même temps qu'elle fait varier la longueur de divers segments de l'organe. Cette

disposition se retrouve dans la paroi du corps d'un grand nombre d'animaux, par exemple de certains Vers.

Chez ces animaux nous voyons les couches musculaires se modifier d'une façon très remarquable quand l'effort à développer par elles devient plus ou moins important.

Dans le cas le plus simple, une couche est composée par une simple rangée de fibres ou même de fibrilles; nous verrons plus loin la distinction qu'il y a lieu de faire entre ces deux termes. Ce cas est représenté en *a* (fig. 13).

Quand cette rangée de fibres ne suffit pas, on la voit se replier comme en *b*. Puis, chacun des plis ainsi formés peut donner lieu à des plis secondaires, tertiaires, etc. De plus, il faut remarquer que ces replis, au lieu d'être formés par des fibres parallèles entre elles, peuvent contenir de véritables petits muscles penniformes. On conçoit alors la complication que peut atteindre la structure de la paroi musculaire de certains animaux, dont nous donnons ci-contre un échantillon (fig. 14), et l'on comprend la force considérable qui peut être développée ainsi.

Nous trouvons aussi dans le cœur une disposition qui mérite d'être signalée. Ici, il n'y a plus de direction générale des fibres, mais des enroulements très compliqués, dont la description ne semble pas avoir sa place ici et pour laquelle nous renvoyons aux traités d'Anatomie.

Dans une deuxième partie, nous étudierons l'histologie du muscle et la contraction musculaire.

D^r G. Weiss,

Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris

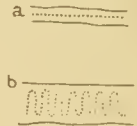


Fig. 13.

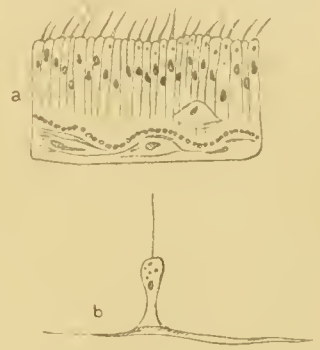


Fig. 14. — *a*, Coupe à travers la musculature d'un septum de *Sargatia parasitica perpendicularis* à l'axe longitudinal des fibrilles basales; — *b*, cellule de l'épithélium musculaire d'une Actinie.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PURE

Pendant longtemps, les ouvrages de Chimie se sont bornés, dans notre pays, à reproduire, d'après les ouvrages précédents, des procédés et des idées trop anciens pour nous instruire réellement de l'état des choses, qui varie sans cesse autour de nous. Il en est résulté que la Science écrite, au lieu de précéder le mouvement industriel, qu'elle a mission de guider, s'est trouvée souvent dépassée par ce dernier. Depuis quelques années cependant, une réaction semble se produire : des livres vraiment neufs ont paru, parmi lesquels il faut citer ceux de Moissan, Duclaux, Béhal, Maquenne, Lefèvre, etc., qui nous ont permis de lire, ailleurs que dans les ouvrages étrangers, les idées de nos propres auteurs. Pourquoi de si rares écrivains ? demande-t-on. Parce que ceux qui sont chargés de tâches professionnelles trop longues sont obligés d'utiliser à expérimenter le temps qui leur reste. La mise au point d'un livre demande, de la part des plus instruits, un travail soustrait au laboratoire et qui n'a pas de compensation sérieusement rémunérée. La coutume, peut-être bonne en littérature, d'offrir au public un grand nombre de productions, semble avoir imposé aux éditeurs l'idée, quand ils ne peuvent choisir, d'emplir quand même leurs magasins d'une quantité incroyable de livres relatifs aux sciences. Cette forme de surproduction sans nécessité uniformise le prix du travail, qu'il soit bon ou mauvais. Il y a là une tendance fâcheuse de la librairie française, contre laquelle il serait utile de réagir dans l'intérêt de la Science.

Dans un autre ordre d'idées, signalons le progrès considérable dû à l'introduction, dans les plus récents laboratoires, tels que ceux de l'Institut Pasteur, de la mécanique moderne sous la forme d'usine. Pour essayer d'avancer dans l'étude des problèmes qui se posent sans cesse, il faut maintenant abandonner la Chimie du verre de montre et du tube à essai, d'où rien ne se tire.

I

Ce que l'on a pu dire l'année dernière au sujet de l'Exposition dans ses rapports avec les recherches de Chimie se continue. On se remet seulement à ces recherches lentes du laboratoire, qui exigent le calme de l'esprit et non pas le souci des cristallisations d'apparat.

Mais, même dans ces conditions, la Chimie, dans son ensemble, n'avance qu'à la suite de quelques découvertes saillantes et stimulantes; celles-ci, après des années heureuses, se font rares en ce moment.

Le temps qui suit les démonstrations positives et importantes devrait être consacré aux recherches susceptibles d'en engendrer d'autres, et non à la fabrication surabondante de dérivés tout à fait dépourvus d'intérêt. Il semble que les travaux de Chimie facile, sans raison, sans but, soient exécutés uniquement pour conserver la pagination des journaux techniques; ils deviennent des annexes de l'industrie de la librairie. En même temps, la bibliographie des grandes questions naturelles est submergée à son ordre alphabétique dans le nombre considérable des fascicules, et une très notable partie du temps dont dispose un homme pour la recherche efficace, seule créatrice de faits, est absorbée à la poursuite de documents antérieurs. Quelques archivistes instruits se feraient un métier enviable en allant proposer chaque semaine dans les laboratoires un historique impartial des questions que les savants traitent, ainsi qu'on propose des produits chimiques.

Dans l'état actuel, nul ne peut assurer que ce qu'il fait soit absolument neuf, tant on a dit de choses générales et bien observées au cours du XIX^e siècle et tant les travaux présents dépendent de tout cela à un degré plus ou moins éloigné. Les incessantes redites sur les sujets en vogue ne causent d'autre mal que de perdre du temps — ce qui se compte. Ici encore, un bibliographe instruit d'une science donnée vaudrait un professeur dans chaque centre d'étude.

Un chimiste ne peut concevoir l'ambition de modifier utilement la science en traitant de mille façons la molécule du thiophène. Un bibliographe rendrait service en classant à la suite tous les faits minimes qui découlent indéfiniment de cette étude. Et en aucune science ces dispositions ne seraient indifférentes, car elles se compliquent vite, et les errements anciens sont caducs malgré la persistance des hommes à faire toujours comme autrefois.

Si, dans ce qui précède, il s'agit de simplifier un moyen de travail, il est évident que le livre, autre puissant instrument, ressentirait les bons effets d'une nouvelle orientation.

II

Les propriétés générales des gaz ont été poussées fort loin, surtout depuis les travaux d'Amagat et de Van der Waals, en conservant l'idée qu'ils sont des atomes matériels plus ou moins lourds ou volumineux. Ces idées se reportent aujourd'hui sur les liquides d'abord, puis sur les solides. Les liquides sont devenus accessibles à des investiga-

tions de poids moléculaires précises, et dès lors on a reconnu qu'ils n'avaient pas la simplicité que leur attribuent les anciennes formules chimiques. L'eau, par exemple, qui est bien H_2O sous forme de vapeur, est un agrégat moléculaire à l'état liquide, et sa formule est alors au moins double $(H_2O)_2$ et même, lorsqu'elle présente le phénomène bien connu du maximum de densité ou de contraction à $+4^\circ$, il ne semble plus que ce soit de l'eau simple, mais une solution de glace dans de l'eau elle-même complexe. Depuis les travaux de Ramsay et Shields, c'est ainsi que les recherches de poids moléculaires sont de plus en plus conçues, et nous sentons le retentissement que peut avoir sur les rendements de la chimie organique la façon dont les réactions se trouvent engagées à l'origine. Nous sentons mieux l'influence des conditions, des artifices spéciaux et des migrations dès que nous savons que les matières engagées peuvent être mises en jeu dans des points très variables avant ou après leur désagrégation physique.

La matière solide, étudiée avec plus de minutie qu'autrefois, montre que les éléments sont doués d'une individualité bien plus accentuée qu'on ne l'avait pensé en exagérant la notion utile de familles naturelles. Si notre esprit était plus pénétrant et plus dégagé des cadres théoriques, nés le plus souvent d'une simple affirmation ancienne, il aurait attaché de l'importance à ce fait que les matériaux du groupe de la chaux ont une relation étroite avec les actions lumineuses. Depuis longtemps, le phosphore de Homberg, le phosphore de Canton, connus plus tard sous le nom de sulfures phosphorescents, avaient attiré, très passagèrement, l'attention. Et c'est par une voie tout à fait indépendante de ces observations que M. et M^{me} Curie ont séparé de ce même groupe de la chaux une matière lumineuse : le radium.

Localisé avec du baryum dans des minéraux uranifères, le radium y existe en si faible quantité qu'on estime qu'il faudrait traiter 5.000 kilos (cinq tonnes) de résidu d'urane pour obtenir 1 gramme de radium pur, soit $\frac{1}{5.000.000}$. Il ne faudrait pas moins de 30.000 francs pour obtenir ce métal extraordinaire; il n'y a pas au budget de l'Etat de sommes affectées aux grandes surprises de la science, ainsi qu'il en est pour la conservation des choses d'art.

Pour être un idéal plus récent de la beauté, la science n'en est pas moins un idéal aussi élevé. Il est à souhaiter, si les pouvoirs publics ne peuvent augmenter leurs charges ou les distribuer d'autre façon, que les dons privés viennent en aide à ceux qui s'emploient à conserver l'éclat scientifique de notre passé. Les quelques centigrammes de sels radifères que possèdent actuellement M. et

M^{me} Curie montrent déjà que le radium a un poids atomique supérieur à 200, et un pouvoir radiant dépassant un million de fois celui de l'uranium. Le spectre établi par M. Demarçay donne toute sécurité; il est spécifique et ne laisse plus voir que quelques faibles raies du baryum.

Les rayons de H. Becquerel émis par le radium n'ont paru avoir tout d'abord que des propriétés assez faibles. Maintenant que le radium à peu près pur est connu dans la série



on lui reconnaît des actions à distance qui montrent aux yeux l'inséparabilité de la matière et de l'énergie, leur continuité encore indéfinissable. Un milligramme de sel de radium dans dix grammes d'eau forme une solution incolore, qui a été scellée dans un ballon de verre gros comme le poing. On est tenté de croire que de toute évidence rien ne se passera. Les choses vont bien ainsi les premiers jours, mais peu à peu tout le verre du ballon s'illumine dans la nuit, puis une tige de verre en contact s'illumine aussi et porte la lumière à un second ballon semblable qui ne contient rien et serait toujours resté invisible. Bien des opinions ont été émises sur l'émission permanente de ces lumières. Il n'est pas douteux pour moi que le radium ne soit un élément organisé à la façon d'un transformateur. Une goutte minime de sa matière se trouve toujours placée dans le puissant champ magnétique et calorifique du Globe et change ces forces en d'autres de nature lumineuse et même d'ordre biologique, puisque MM. H. Becquerel et Curie ont reçu des brûlures étendues pour avoir porté dans la poche extérieure de leur vêtement une boîte contenant quelques centigrammes de sels radifères. N'est-ce pas là le verre ardent qui concentre les puissances de la Nature ?

De notre temps, plusieurs questions de Géologie se posent qui ne peuvent être résolues que par la Chimie minérale. M. Fouqué, analysant le milieu en activité de Santorin, a trouvé, à n'en pas douter, de l'hydrogène dans les roches éruptives de ce milieu. La certitude n'est pas la même en ce qui concerne la présence de ce gaz dans les granites primitifs. Depuis longtemps¹ on a fourni des analyses des gaz du granite. Elles sont complexes, sans compter l'anhydride carbonique provenant des inclusions visibles. Plus récemment, M. A. Gautier a repris cette question et, trouvant beaucoup d'hydrogène, il s'est aperçu bientôt que ce gaz provenait, pour une large part, des métaux introduits par les appareils de pulvérisation métalliques qui s'usent. D'autre part, il est reconnu que certains granites contien-

¹ W.-A. TILDEN : *Chem. News*, 1897.

nent des inclusions bitumineuses qui, à la chauffe, doivent donner des gaz variés. Il paraît donc bien peu probable que les masses granitiques contiennent de l'hydrogène susceptible de jouer un rôle d'être défini et localisé.

La recherche des quantités minimales et l'appréciation de leur rôle est la plupart du temps un sujet de surprise pour nos esprits habitués à voir directement de grands amas de matière. M. W. Ackroyd a recherché une des causes permanentes de la présence du chlore dans les eaux fluviales. De nombreuses analyses combinées à des observations météorologiques ont montré que le vent de mer porte le sel à de grandes distances et le dépose par tonnes sur les comtés d'Angleterre. C'est ainsi que, par sa science, l'homme peut concevoir des causes et des temps dont sa vie très courte avait négligé l'intérêt dans les siècles passés. Pasteur a laissé quelques étincelles de son génie dans l'esprit des travailleurs récents, qui cherchent par les actions petites et lentes à mieux comprendre les grands phénomènes.

L'océan paraît encore tenir en dissolution un grand nombre de métaux, parmi lesquels l'argent et l'or, qu'on cherche en ce moment à extraire par des moyens pratiques.

Ainsi, de plus en plus, le chimiste des ballons de verre, du tableau noir et des formules se pénètre de l'esprit du naturaliste qui observe, en somme, la Nature telle qu'elle est faite et dont tout dépend. La Chimie minérale ne peut être isolée des autres sciences connexes. M. Moissan, qui l'a conduite plus loin que la plupart des hommes, n'a pas manqué de la lier à la Géologie dans sa découverte des carbures et de la formation du diamant.

Assurément, la destruction barbare de la bibliothèque d'Alexandrie fut une perte humaine; mais la conservation des vieux livres ailleurs que dans les cabinets d'Histoire est un autre malheur. Les documents modernes bien contrôlés doivent seuls entrer dans les jeunes esprits, et un seul fait actuel efface pour les chercheurs les nombreux volumes que devront sérier les historiens scientifiques.

A ce point de vue, tout ce qu'on a pu écrire sur le quartz ou acide silicique prend une autre apparence. C'était autrefois une matière essentiellement ignée; maintenant, de plus complètes observations nous montrent le quartz bipyramidé enchevêtré dans des gypses ou recouvrant des calcaires récents qui ne peuvent supporter la chaleur. Bien plus, M. Ditte¹ a montré que l'anhydride sulfurique pouvant dériver des pyrites et le chlorure de sodium engendrent un chlorure de pyrosulfure

et d'or au contact de ce métal. Le produit de cette réaction se décompose facilement en un véritable quartz aurifère semblable à celui de la Nature. Avec le temps, des solutions inappréciables de silice peuvent donner à froid de gros cristaux de quartz. Nous avons incontestablement le quartz limpide et bien cristallisé dans le bassin de Paris; il provient des quelques centigrammes de silice par litre reconnus dans les eaux vulgaires.

Dans le groupe des terres rares, les seuls travaux qui comptent — mais ils comptent beaucoup — ont été publiés par M. E. Demarçay¹, qui, écartant la masse considérable des terres demi-rares, telles que lanthane, ancien didyme, cérium et yttrium, a pu se procurer quelques kilogrammes des oxydes rares parmi les rares. Sans préjuger des matériaux de la profondeur, il n'est parvenu à la surface du globe que de bien minimales quantités de ces oxydes, et ils forment une série tellement homogène qu'il a fallu à l'auteur bien des années pour arriver à une séparation. Pour ces terres les plus rares, en aucun pays il n'a été fait un effort aussi continu et fructueux que celui que nous devons à MM. Demarçay et Lecocq de Boisbaudran. Toutes les séparations ne sont pas encore faites, et l'on ne sait encore le nombre des éléments qui sortiront de ce groupe. Nulle part en ce moment, à la suite des travaux de nos savants, on ne peut trouver commercialement des curiosités chimiques telles qu'on les expose dans quelques vitrines de Paris: sels et métaux cristallisés purs sont apparus d'un coup, en grandes masses, à l'Exposition de 1900.

Les travaux récents nous démontrent l'existence de beaucoup d'éléments nouveau-venus: métaux précédemment irréductibles, série de l'argon, terres rares nouvelles, corps radiants. Les esprits prévenus veulent trouver une place raisonnable dans la Table de Mendeleef à ces envahisseurs gênants, mais n'y parviennent guère; je crains que plusieurs regrettent l'indiscrétion trop progressive de ces découvertes qui viennent briser la charpente provisoire de la Table coutumière.

Il n'y a pas un rapport commensurable entre l'hydrogène et l'oxygène. Si le premier est exactement 1.000, par convention, le second ne sera pas 16.000. Alors s'est élevée une copieuse controverse qui a conduit la majorité à prendre le nombre 16 exact pour commune mesure dans les analyses. Il ne fallait pas une aussi grande somme de travail pour des chiffres pratiques, car l'hydrogène reste toujours à la base des poids atomiques; il les définit par la convention des densités de vapeur, et peu importe que, dans de rares calculs, l'oxygène soit entier et l'hydrogène fractionnaire, puisque le

¹ C. R., t. CXXXI.

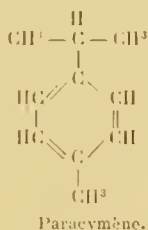
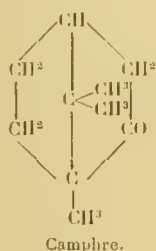
¹ C. R., t. CXXX et CXXXI.

rapport est fixe. Il y a quelque byzantinisme dans ces préoccupations que l'on rend graves.

Dans la science, des théories qui semblent fondamentales deviennent spontanément caduques. L'atOMICITÉ n'est plus qu'une question d'empirisme pratique, souvent utile, il faut le dire. Mais au fond, sans paradoxe, tous les éléments ont toutes les atomicités; ils font ce qu'ils peuvent dans des conditions déterminées ou ce qu'ils veulent pour être au mieux dans le milieu où la Nature les met. C'est ainsi que le fluor est monoatomique, car il forme $H-F$, et le soufre diatomique $H^2=S$, ou tétratomique $S \equiv O^2$, et tout cela n'est pas très stable. M. Moissan paraît s'inquiéter peu de ces règles, car il a découvert récemment avec M. Lebeau un hexafluorure de soufre $S F_6$, qui est la plus stable des combinaisons de cette série. Le fluorure de soufre est résistant à ce point qu'on l'eût pris il y a vingt ans pour l'azote, dont il a les propriétés nulles à premier examen. Pour l'enseignement surtout, une grande réforme s'impose tendant à élaguer les certitudes traditionnelles.

III

MM. Perkin et Thorpe¹ produisent un Mémoire de soixante pages sur les méthodes de synthèse de ce qu'ils nomment des cycles pontés. Par exemple, la formule du camphre, selon Bredt, est un hexagone ponté :



Quand le pont se rompt vers le haut du schéma, on conçoit qu'il se fasse du paracymenthène. Le travail est des plus riches en expériences et trop spécial pour être résumé. J'ai tenu seulement à signaler cette expression de corps pontés, afin que si elle fait fortune on la puisse trouver ici. Il faut voir en cela plus que cette faible satisfaction. Il n'y a plus de formules limitées à un hexagone ou un autre polygone simple. Depuis longtemps, après les formules d'alcaloïdes de Einhorn, elles ont été décrites dans la *Revue*. Ces formules organiques représentent plus largement la complexité des conformations chimiques, et c'est encore bien peu. Les noms des corps obtenus par les auteurs sont fort compliqués, même pour des chimistes, et encore

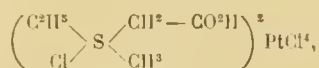
ont-ils eu un instant l'idée de les augmenter tous du préfixe $\gamma\epsilon\psi$ tiré du mot grec *point*. On ne ferait pas mieux en voulant appliquer la théorie de l'excès du mal, pour démontrer que la Chimie, comme les Mathématiques, s'écrit, mais ne se parle pas en conversation. Dès qu'une matière devient utile, il suffit de lui donner un nom commode: c'est le cas de l'antipyrine. En réalité, les formules, dont s'effraient les commençants, constituent une littérature essentiellement polymorphe. Le même paysage ne sera pas peint de même par dix paysagistes également remarquables. Ces maîtres tireront de la même réalité des toiles grises, violettes ou jaunes. Qu'on m'excuse pour cette image: la Chimie n'a pas une rigidité mathématique et c'est bien la servir que de tâcher de la voir sous ses aspects infiniment variables.

Malgré le nombre considérable d'exécutants qu'il y a en Allemagne, il est remarquable de voir la vogue des conceptions verbales, de l'ivresse des mots.

Les dissertations de nomenclature sont suivies, et je relève encore les noms de norcarane, de bis-cyclane, de spirocyclane, de phénoxozone, etc... bons à donner une apparence de profonde science à ceux qui les répéteront à propos, avant qu'ils ne tombent dans l'oubli. En France et en Angleterre, avec moins de travailleurs, ce romantisme ou cette scholastique tendent à disparaître et les jeunes reprennent la tradition par preuves serrées des fondateurs de la Chimie.

En Chimie, quand un élément subit une action d'ordre très général comme celle de la polarisation lumineuse, il y a lieu de croire que tous les éléments, s'ils peuvent former des combinaisons de même ordre, agiront de même; si s'agit de mettre, si possible, les éléments en posture de subir les lois générales. Assurément, sans préparation, toute matière obéit à la loi fondamentale de la chute des corps. Mais si *a priori* tout corps simple est susceptible de prendre l'orientation plus délicate de Le Bel, Van't Hoff, il faut le mettre dans cet état d'orientation.

Parmi les plus récentes recherches en ce genre, se trouvent celles de MM. Pope et Peachey¹ sur le soufre. De même qu'un carbone asymétrique engendre la rotation, de même le soufre saturé dissymétriquement donne le pouvoir rotatoire; tel est le cas du corps :



du type des sulfines découvertes par Cahours. Un petit nombre de lois générales, souvent ignorées

¹ *Chem. Soc.*, 1901, Juin.

¹ *Chem. Soc. Journ.*, t. LXXVII, p. 1072.

d'ailleurs, suffisent à nous rendre les choses d'une incompréhensible complication.

Les mêmes auteurs décrivent un composé qui ne doit sa rotation droite qu'à de l'étain :

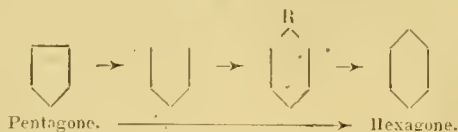


Malgré l'afflux des mémoires hérissés de formules, — d'ailleurs toujours les mêmes, — il n'y a que peu de grandes questions à l'étude, mais celles-là sont durables au point qu'il faut s'excuser d'en reparler toujours.

Les corps terpéniques ont lassé bien des courages sans que la synthèse du térébenthène ou du camphre ait avancé. Il devient de plus en plus certain que, dans cette série plus qu'ailleurs, les formules sont mobiles. On sait qu'auprès d'une lacune, entre deux carbones consécutifs des migrations isomères se peuvent produire. L'acide iodhydrique peut agir de deux façons sur un propylène :



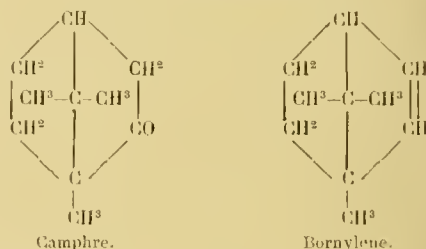
Mais des actions physiques telles que la chaleur peuvent faire passer l'iode de la situation I au point II. Il y a relation de voisinage immédiat et un chassé-croisé possible de H et de I. Une chose plus surprenante a été relatée dans les travaux de Blanc et de Perkin : une chaîne fermée pentagonale pourrait s'ouvrir pour recevoir un radical étranger et devenir un hexagone. Pour nous borner à un schéma sans mots, nous aurions la suite :



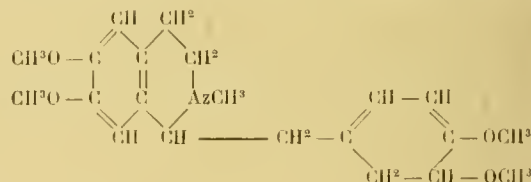
L'étude du mécanisme des réactions, chose capitale, gagnera à ce que de semblables faits soient souvent démontrés, et cela contribuera à rendre impossible l'effort stérile de mémoire où nous conduit une nomenclature parlée. Cette mobilité des formules qui tend à se faire jour explique pourquoi, pendant quelque temps, nous pensons savoir enfin les formules terpéniques, et, bientôt après, elles nous semblent bien incertaines. Par les faits particuliers les plus étroits, il convient de s'élever à des notions générales, puis laisser dans les livres poudreux les corps inutiles aux noms compliqués qui encombreront l'histoire.

Dans la série si incertaine du camphre, MM. Wagner et Brykner¹ ont découvert un carbure nouveau, le bornylène, qui selon eux est, plus que le camphène, apte à se convertir en camphre ou en bornéol. C'est un éthylène substitué.

Les formules du type de Bredt, pontées, sont :



Dans le groupe des alcaloïdes, autre sujet d'importance, car ils sont aussi liés à la vie des végétaux, on ne sait pour quelle raison, il semble que la mobilité soit moins grande. Les formules des poisons sont fort complexes; mais au moins, quand on arrive à les connaître, elles conservent une stabilité assez grande. Il n'est pas sans intérêt de mettre sous les yeux de lecteurs éclairés une de ces formules; cela montre avec quel degré de complication la chimie organique représente des corps naturels qui sont loin de passer pour très complexes. Selon MM. A. Pictet et B. Athanasescu, la laudanoline est un produit de réduction du chlorométhylate de papavérine, et voici sa formule :



Si de telles formules sont nécessaires pour montrer où en est l'écriture chimique de notre époque, on conçoit qu'il soit fastidieux de multiplier ces dessins quand il s'agit de corps secondaires qui ne remplissent pas les idées d'ensemble ni les intérêts techniques.

Très habitué à voir le point de départ des réactions et le résultat, il est rare que le chimiste ait une idée de la succession parfois longue des actes accomplis. Et d'ailleurs, nombre de méthodes sont également bonnes. Nous faisons, nous, de l'acide tartrique en formant des dérivés succiniques bromés à 140° dans des vases résistants; la Nature le fait tranquillement à froid sans autant de fracas. Pour imiter le résultat final d'une action vivante, il semble que nous prenions à tâche de gaspiller de la matière, de l'énergie et du temps. Dans la recherche des méthodes naturelles que se proposent de plus en plus les physico-chimistes et les biochimistes, M. G. Bertrand a observé un cas curieux : la cause du bleuissement des champignons, qui bleussent parce qu'ils contiennent une sorte d'alizarine rouge, le bolétole. Ce bolétole reste rouge à l'air, mais, additionné d'une trace d'une diastase, il se combine aussitôt à l'oxygène et devient bleu.

¹ *Berichte*, t. XXXIII.

La nature de ces diastases n'est pas chimiquement fixée; elles meurent le plus souvent à chaud, si tant est qu'une matière chimique dissoute ait une vie à perdre, et pourtant elles sont toujours là en traces comme le *deus ex machina* qui résout les transformations de la chimie cellulaire. Comme on n'est pas en état d'écrire la formule de constitution d'une diastase ou d'une toxine avec le degré d'approximation du développement de la simple et vulgaire laudanose ci-dessus, la chimie biologique ne donne que des résultats très lents. Beaucoup de temps a été perdu à discuter sur des albumines variées, acidalbumine, alealalbumine, hémialbumine, albumoses et histones diverses, peptones diverses, points de coagulation divers, nucléines diverses et mixtes. Il ne faut pas chercher dans ces matières, si elles ne cristallisent pas, de l'homogénéité des caractères chimiques permanents. Elles sont biologiques. Les colorations, les différences d'aspect peuvent être de bons signes chimiques, mais on n'a pas encore constitué une véritable chimie avec ces matériaux. La certitude d'identité, l'analyse élémentaire et la cryoscopie sont souvent décevantes dans ces cas.

Un homme qui a fait ses preuves dans l'art de reconstituer les matières de la vie, E. Fischer, a repris un peu de notre ignorance par la racine. Après Braconnot et Schutzenberger, il n'étudie pas les albuminoïdes: il tâche d'abord de les disséquer en bon anatomiste. Son travail sur une espèce déterminée, la caséine, est surtout l'exposé d'une méthode d'analyse de ces sirops noirs qu'on obtient après toute hydrolyse souvent mal conduite. De là, par des distillations fractionnées, l'auteur sépare une leucine, un acide glutamique

$C_7H^{15}AzO_2$, un aminovalérique et un acide pyrrolidine-carbonique. Ce sont ces recherches qui nous apprendront comment les choses sont réellement faites et nous laissent espérer une explication logique des albuminoïdes pour un avenir encore lointain.

Cette voie me paraît la seule bonne, et je pense avoir constitué une méthode moins longue pour doser quelques-uns des principes des dérivés de l'activité du protoplasme ou protoplasmides. En tout cela, il n'est pas question, bien entendu, des albuminoïdes vivants, *in situ*, alors qu'entre eux ils peuvent se dissoudre ou se coaguler, maintenir la santé ou causer la mort par suite de leurs évolutions chimiques.

La dissection préalable des albuminoïdes fut aussi étudiée par Miescher et poursuivie par Kossel, et de nombreux travaux faits à leur imitation paraissent indiquer que les bases hexoniques (arginine, lysine, etc...) nous donneront le secret des albumines. On n'a jamais les secrets de science tout entiers; les générations futures ne se trouveront pas sans ouvrage. Si loin que se pousse, en Chimie biologique, la question des bases hexoniques, elle sera probablement toujours la chimie d'une fonction physiologique spéciale: celle des matières à évolution rapide et passagère de la reproduction. En concevant la Chimie au service de l'anatomie comparée et des tissus, nous arrivons à l'idée juste de la complication des études d'albuminoïdes, du temps qu'elle exigera et des surprises qu'elle nous réserve.

A. Etard,

Examinateur de sortie à l'École Polytechnique
 Chef des Travaux chimiques
 à l'Institut Pasteur.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Walras (Léon). — *Éléments d'Économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale*, 4^e édition. 4 vol. in-8° de 492 pages, avec 3 planches. (Prix : 7 fr. 50). F. Rouge, 24, rue Haldimand, Lausanne et F. Pichon, éditeur, 24, rue Soufflot, Paris, 1901.

L'application des sciences mathématiques aux connaissances d'ordre économique et sociologique est relativement moderne. Elle s'est cependant constituée en peu de temps, de manière à former un corps de doctrine, qui a reçu le nom de *Chrématisique*. Cournot paraît être l'un des premiers qui aient abordé ce sujet; puis, dans le domaine particulier des assurances, l'*actuariat*, né en Angleterre, n'a pas tardé à prendre un peu partout une importance sans cesse grandissante. Cette importance était déjà sérieuse, il y a plus de vingt-cinq ans, lorsque M. Léon Walras publia pour la première fois ses travaux sur la science des richesses, dont l'ouvrage actuel est une réédition mieux coordonnée. Il fut un chef d'École et un créateur; de nombreux disciples ont continué et développé son œuvre, et propagé la science nouvelle à laquelle il a donné le nom d'*Économie politique pure*. Par là, il entend l'étude, par des moyens mathématiques, des faits économiques qui dépendent de la nature même de l'homme, mais non pas de sa volonté.

C'est là une tentative qui a rencontré et qui rencontrera des sceptiques. Les Mathématiques, dit-on souvent, ne s'appliquent pas à tout. C'est vrai; mais la méthode mathématique peut utilement s'appliquer à tout ce qui est susceptible de mesure; et elle ne conduira jamais à des déceptions, à la condition expresse de ne pas lui demander ce qu'elle ne saurait donner, et de n'y voir qu'un moyen de transformation rigoureux, permettant de raisonner avec plus de facilité et de sûreté, une fois posées nettement les prémisses et les définitions initiales. Quoi qu'on en puisse penser, les économistes surtout auraient tout à gagner en s'inspirant des idées de M. Walras. A une étude qui n'a de scientifique que l'apparence et dans laquelle la rhétorique joue le grand rôle, ils substitueraient une doctrine logique et bien assise. Il faudrait pour cela que les économistes fussent un peu mathématiciens; mais beaucoup le sont déjà, dans une mesure largement suffisante, et les efforts de M. Walras et de son École n'y ont pas peu contribué.

Dans sa forme actuelle, le livre dont il s'agit se compose de huit sections, dont il nous suffira de présenter ici une sorte de sommaire. De pareils sujets se prêtent mal à l'analyse, à moins de développements très considérables; et rien ne saurait suppléer à la lecture.

Section I. — Définitions et principes. L'auteur développe ici les considérations d'où est sortie l'*Économie politique pure*.

Section II. — Échange de deux marchandises entre elles sur un marché où existe la libre concurrence absolue.

Sections III, IV, V. — Échange d'un nombre quelconque de marchandises entre elles sur un même marché; prix des services et des produits; prix des capitaux.

Section VI. — Théorie mathématique de la circulation et de la monnaie.

Section VII. — Lois de variation des prix dans une société progressive.

Section VIII. — Modifications qui se produisent lorsque l'hypothèse de la libre concurrence absolue cesse d'être admissible.

Dans tous ses développements, l'auteur s'aide alternativement des ressources algébriques et graphiques. C'est à ces dernières qu'il semblait avoir donné la préférence dans ses travaux primitifs.

Ce livre mérite même d'attirer l'attention des lecteurs qui ne croient pas à l'Économie politique, en tant que science, parce qu'ils estiment que jamais les hypothèses premières ne sont applicables dans la pratique. Il est, en effet, permis de soutenir que, dans la période de l'humanité que nous traversons, la répartition et la circulation des richesses n'ont d'autres causes que l'écrasement du plus faible par le plus fort, la violence exercée par celui-ci contre celui-là; et que la concurrence libre n'existe pas entre un homme dépouillé de tout et un autre armé jusqu'aux dents. Mais si l'on peut espérer un avenir meilleur, on n'y atteindra que par de patientes études, par la mise en lumière de la vérité; on y arrivera d'autant plus vite que se seront multipliées davantage des recherches analogues à celles auxquelles M. Walras a consacré sa vie.

C.-A. LAISANT.

Examinateur à l'École Polytechnique.

2° Sciences physiques

Busquet (R.), *Professeur à l'École industrielle de Lyon, Ingénieur de l'Éclairage de la Ville de Lyon.*

— *Traité d'Électricité industrielle.* — 2 vol. in-12 de 496 et 536 pages, avec 274 et 288 figures. (Prix, cartonné : 10 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1901.

Le livre de M. Busquet n'est pas, comme l'excellent petit livre de M. Janet, une simple *Introduction* ou *Exposé des principes* de l'Électricité industrielle. Il veut être un *Traité* véritable, présentant d'une part les éléments fondamentaux de la théorie, sans aborder les théories complètes telles que les peut donner, par exemple, avec les ressources ordinaires du calcul, le livre justement classique de M. Eric Gérard, et contenant d'autre part une description assez détaillée de nombreux types de dynamos, de moteurs, de lampes, de systèmes de traction, d'appareils télégraphiques et téléphoniques.

Il se distingue donc des deux types d'ouvrages que nous venons de citer, et comble à cet égard une lacune. Il est appelé à rendre des services, non seulement à des élèves ingénieurs ou à des personnes qui veulent s'*initier* à l'Électricité industrielle, mais même à tous ceux qui en connaissent les principes et les appliquent couramment, et qui trouveront là, sous un format commode, un nombre jamais excessif, mais suffisant, de descriptions et de données concrètes.

Les théories élémentaires sont clairement et assez complètement exposées. A cet égard, il ne faut pas trop prendre à la lettre les déclarations contenues dans la préface. M. Busquet déclare qu'il ne fera pas de « Mathématiques transcendantes », contrairement à ses devanciers qui s'adressaient à des personnes « ayant des connaissances relativement élevées ». Or, nous savons trop ce que les gens du monde, et même les élèves qui viennent de terminer leurs études secondaires, entendent par les « Mathématiques transcendantes ». Ces déclarations pourraient donc nous faire craindre que l'auteur ne nous donnât pas un livre sérieux. Nous voyons pourtant que, — même dans le texte en gros caractères, qu'on nous annonçait « dépouillé de formules et de calculs », — l'auteur donne, avec la démonstration, la formule d'Hopkinson sur le circuit magnétique, ou l'expression de la f. é. m. d'une dynamo Gramme (la formule des trois N). Sans doute, il a rai-

son de ne pas écrire pour les lecteurs qui trouveraient que c'est là de la « Physique mathématique ». Mais ne peut-on pas dire qu'il ne tient pas toutes les promesses de sa préface ? Il n'y a lieu que de l'en féliciter.

Pourquoi aussi parler des transformations et de la conservation de l'énergie, sans donner aucune notion de la dégradation de l'énergie ? Cela aussi peut se faire sans aucun appareil mathématique, et à l'avantage de ne pas vulgariser sous une forme incomplète et fautive une idée capitale. Et l'intérêt de l'électricité industrielle peut-il être le même pour quelqu'un qui n'a pas, même vaguement, l'idée que les divers *sous* de transformations de l'énergie ne sont pas équivalents ?

En ce qui concerne l'exécution matérielle, si les figures représentant des appareils sont en général bien faites, quelques-unes des figures théoriques, voir, par exemple, les fig. 49, 67 du tome I gagneraient à être tracées et gravées d'une touche un peu plus légère.

Je ne voudrais pas que ces petites critiques fissent le lecteur se méprendre sur ma pensée, qui est que le *Traité* de M. Busquet est un livre utile, ne faisant pas double emploi avec d'autres livres français, et destiné à rendre de sérieux services.

BERNARD BRUNDES,
Directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme,
à Clermont-Ferrand.

Pozzi-Escot M.-E. — *Traité d'Analyse théorique et pratique des substances minérales par les méthodes volumétriques et colorimétriques.* — 1 vol. in-18 de 244 pages. (Prix : 2 fr. 50.) 1^{re} Ed. Dunod, éditeur, Paris, 1901.

Par leur facilité et leur rapidité d'exécution, que n'exclut pas la rigueur des résultats, les méthodes volumétriques acquièrent chaque jour une importance plus grande aussi bien dans l'analyse industrielle que dans l'analyse scientifique. — Grâce à elles, en effet, l'industriel ou le commerçant peuvent être mis presque immédiatement au courant des résultats cherchés et donner ainsi, condition essentielle, une solution immédiate à la question pendante. — Grâce à elles aussi, ont pu se résoudre les difficiles problèmes de la saturation, de la chloruration, etc., etc.

Rassembler les différentes méthodes disséminées dans des ouvrages volumineux, unifier les modes opératoires, variables souvent avec chaque opérateur, en un mot mettre tout chimiste en état d'employer avec rapidité et correction les méthodes volumétriques claires et rigoureuses, c'était certainement faire œuvre utile ; et nous devons tout d'abord remercier très sincèrement M. Pozzi-Escot d'avoir bien voulu entreprendre cette tâche et le féliciter ensuite hautement pour la façon dont il a su s'en acquitter.

L'ouvrage est divisé en deux parties :

La première, consacrée tout spécialement à l'étude des instruments et principes théoriques relatifs aux méthodes volumétriques, donne tous les renseignements techniques indispensables et nécessaires pour aborder utilement l'étude de ces méthodes.

La deuxième partie traite de l'application de ces méthodes à l'analyse des métalloïdes et métaux les plus courants.

Par le choix judicieux et éclairé que l'auteur a su faire des procédés employés, cet ouvrage constitue une œuvre véritablement sincère et documentée et qui a, dès maintenant, sa place marquée dans la bibliothèque de ceux qui s'intéressent à l'Analyse chimique.

C. POULENC,
Docteur ès sciences.

3^e Sciences naturelles

Jadin (Fernand). — *Contribution à l'étude des Simarubacées.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-8^o de 106 pages, avec figures et une planche. Masson et C^o, éditeurs, Paris, 1901.

A côté des grandes familles naturelles, dont personne ne conteste l'autonomie et l'homogénéité, s'en

trouvent d'autres qui, tout en présentant des caractères communs, renferment des genres dont les affinités sont à tel point douteuses qu'ils sont placés dans des groupes voisins quand ils ne sont pas ballottés dans des familles très éloignées les unes des autres. Il faut dès lors chercher des faits tirés de la morphologie interne, pour grossir le nombre des caractères pouvant fixer la place de tel ou tel genre dans la classification. Cette méthode anatomique, féconde en résultats heureux, a été appliquée à la famille des *Simarubacées*, dont M. Jadin a fait une étude aussi magistrale dans les vues générales, que minutieuse dans l'observation des faits.

L'auteur, après avoir fait l'histoire de cette famille et examiné les vicissitudes par lesquelles elle a passé, établit ses recherches sur la classification d'Engler, qui admet 28 genres.

On accepte volontiers une manière de voir étayée par une étude portant sur 109 espèces d'une famille qui en comprend 138, surtout quand elle est faite comme celle de M. Jadin. Après avoir indiqué les caractères morphologiques, l'habitat, le nombre des espèces connues et celles sur lesquelles ont porté ses recherches, l'auteur donne avec abondance de détails tous les caractères anatomiques des différentes espèces. Une étude si bien conduite fait regretter d'autant plus l'absence de remarques qu'on aurait pu tirer des racines, organes qui ne figurent que rarement dans les herbiers.

Enfin, en condensant les nombreux faits accumulés dans la troisième partie, M. Jadin donne un aperçu général de la famille dans le deuxième chapitre de son travail. Il passe en revue les caractères tirés de la morphologie externe, et, après avoir constaté le peu de fixité que présente la formule florale, qui du reste ne peut être établie tant au point de vue des sépales et des pétales qu'à celui des étamines, il dit, après avoir parlé du gynécée : « On voit donc qu'au sujet de la soudure « et du mode d'être des carpelles et des styles, il n'y a « rien de fixe, et que l'on trouve toutes les manières « d'être dans les *Simarubacées* », et conclut : « Nous « voyons qu'en dehors du caractère général tiré des « ovules suspendus épitropes, il n'y a pas un seul caractè- « re constant tiré de la morphologie externe des *Simarubacées*. L'épitrôpie des ovules n'existe même pas « toujours chez toutes les plantes rangées parmi les « *Simarubacées*, car les ovules sont apotropes dans le « genre *Alvaradoa* ».

L'auteur est alors amené à faire l'étude approfondie de la morphologie interne. Cette partie donne à l'œuvre de M. Jadin le caractère remarquable d'une laborieuse érudition, et, grâce aux données anatomiques, certains points douteux sont éclaircis. L'auteur indique les genres pourvus de canaux sécréteurs périme-dullaires ; ce sont : *Simaruba*, *Simaba*, *Oldyendea*, *Hannoa*, *Eurycoma*, *Brucea*, *Picrasma*, *Picrolemma*, *Ailanthus*, *Soulamea*, *Picrocardia*, *Amaroria*. Quelques genres renferment des canaux sécréteurs et des sclérites : *Simaruba*, *Oldyendea*, *Hannoa*, *Eurycoma*, *Simaba*. D'autres ne renferment que des sclérites : *Mannia*, *Hyptiandra*, *Quassia*, *Castela*. Enfin, un caractère très constant, mais qui se retrouve dans d'autres familles, est tiré du périocycle, qui est composé de plusieurs assises de cellules, dont les plus externes constituent, en tout ou en partie, une zone de protection ; cette couche est représentée dans les nombreux schémas qui illustrent ce travail.

Se basant sur ce fait que, dans l'examen des caractères anatomiques, les genres *Irvingia*, *Klainedoxa* et *Picrodendron* doivent toujours être cités à part, M. Jadin pense que, « si on les maintient dans cette famille, il faut les opposer à toutes les autres *Simarubacées*, et les considérer tout au moins comme une sous-famille ».

Après une revue des genres *Soulamea* et *Picrocardia*, M. Jadin croit pouvoir identifier le *Picrocardia* de Radlkofér au *Soulamea*. Le caractère tiré des feuilles simples ou composées ne peut pas entrer en ligne de compte puisqu'une même branche peut porter les deux sortes de feuilles, comme le prouve une belle planche

annexée au travail; d'autre part, le genre *Soulanca* comprend des espèces à fleurs trimères, tétramères et pentamères, et, qui plus est, il n'y a pas de caractères anatomiques différentiels entre ces deux genres.

Grâce aux caractères anatomiques spéciaux des *Suriana* (« poils glanduleux externes sur la tige et sur « les feuilles, écorce interne formée de cellules plus « petites que celles de l'écorce externe, pétiole avec un « faisceau ouvert et ne recevant qu'un faisceau de la tige, « stomates situés sur les deux faces, tissu palissadique « bien développé sur les deux côtés de la feuille », M. Jadin se range à l'opinion de Baillon, basée sur des caractères de morphologie externe, et pense « qu'il faut considérer la tribu des Surianées de Baillon comme une famille spéciale, ayant des affinités d'une part avec les Simarubacées, et d'autre part avec les Géraniacées ».

Enfin, après avoir constaté que les amas fibreux qui sont constamment placés dans la région péricyclique chez les Simarubacées sont placés sous l'épiderme chez les *Holacantha*, l'auteur pense qu'on doit le considérer comme constituant à lui seul la famille des *Holacanthacées*.

Néanmoins, pas plus que la morphologie externe, la morphologie interne ne peut fournir un caractère constant susceptible de caractériser cette famille.

Un mérite réel est d'avoir recueilli de nombreux matériaux, accumulé une masse considérable d'observations nouvelles et précises, et les avoir fait concourir à caractériser les espèces botaniques, et à rectifier les opinions de certains auteurs, tout en donnant un argument de plus à celles qui n'étaient pas suffisamment justifiées.

Mais, si, après des travaux impartiaux et à tel point documentés, les limites des familles restent toujours fluctuantes, il faut nécessairement penser que nos connaissances des temps géologiques encore très incomplètes doivent intervenir pour établir le cadre de nos classifications trop étroites et toute subjectives, afin de lui faire contenir le plan grandiose et sublime de la Création.

L. LAURENT,
Docteur des Sciences,
Professeur aux Cours coloniaux
de la Chambre de Commerce,
Préparateur de Botanique
à la Faculté des Sciences de Marseille.

Sanson (André), *Professeur honoraire à l'École nationale de Grignon et à l'Institut National Agronomique*. — *L'Espèce et la Race en Biologie générale*. — 1 vol. in-8° de 320 pages. (Prix : 7 fr. 50) Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1901.

En dépit des flots d'encre qu'elle a fait couler et de la somme incroyable de travaux qu'elle a suscités, la grande question de l'espèce et de la race est une de celles qui sont et demeurent indéfiniment ouvertes.

C'est qu'en effet elle n'est pas susceptible d'une solution simple, directe, mathématique. Et pourtant, il est permis de constater que la discussion du problème, dans ses grandes lignes, s'est montrée singulièrement favorable aux doctrines transformistes, si bien qu'elle a perdu beaucoup de son intérêt primitif. Nous en sommes même arrivés à ce point que la publication des questions relatives à ce sujet nous laisse souvent une impression de monotonie quelque peu décevante.

Mais l'ouvrage que vient de publier M. Sanson sort franchement de cette banalité courante, et c'est pour quoi il retient d'emblée l'attention, comme toute œuvre qui porte une empreinte vraiment personnelle.

Et bien personnelles, en effet, sont les idées de l'auteur, qui les a défendues avec ardeur dans son enseignement, mais qui les développe ici avec plus d'ampleur, et les affirme avec plus de vivacité que jamais.

M. Sanson se propose essentiellement de déterminer la notion de l'espèce et celle de la race. A son avis, c'est là une question fondamentale pour les biologistes, et c'est à leur intention évidemment qu'il a entrepris la publication de son ouvrage. Bien des auteurs déjà

se sont essayés à cette détermination, bien des efforts ont été dépensés pour donner simplement une définition de l'espèce, et nous savons tous combien peu satisfaisants ont été les résultats de ces efforts. Au fond, il faut en convenir, il s'est toujours agi de décider si les espèces sont fixes, ou si elles possèdent une variabilité illimitée. Et c'est là tout simplement la base du grand problème de l'origine des espèces.

Or, M. Sanson se défend à chaque page de vouloir se mêler en rien aux controverses que soulève cette question d'origine. Mais, en fait, il s'occupe surtout de rassembler tous les documents et tous les arguments qui lui paraissent plaider en faveur de la fixité des caractères spécifiques.

Sans nous arrêter à ce procès de tendances, nous chercherons à montrer en quelques mots comment l'auteur entend les termes d'espèce et de race. Les deux éléments sur lesquels on a fait reposer, jusqu'à présent, la notion d'espèce sont, comme on le sait, l'un d'ordre morphologique, la *ressemblance*, l'autre d'ordre physiologique, la *filiation*, et les naturalistes se sont efforcés de les combiner dans des mesures variables, attribuant tel degré de prééminence à l'un ou à l'autre.

M. Sanson dissocie, au contraire, ces deux éléments, appliquant le premier à l'espèce, et le second à la race. Il s'ensuit que les deux termes espèce et race se réfèrent, selon lui, à un même ensemble d'objets, considérés à des points de vue différents : celui d'espèce est simplement l'expression d'une forme définie ou d'un modèle, et celui de race implique l'idée de descendance. D'où il conclut que, « dans l'ensemble des êtres vivants, il n'y a ni plus ni moins de races que d'espèces, chacune des espèces étant le type naturel de la race qui la représente au moment actuel ».

On voit, comme nous le disions, que ce sont là des vues bien personnelles. A la vérité, nous ne découvrons pas quels avantages théoriques ou pratiques offrirait la substitution de ces idées aux idées généralement admises.

Mais la lecture de l'ouvrage n'en est pas moins des plus instructives. Il y a là une accumulation remarquable de documents de la plus haute valeur, heureusement groupés en vue d'une argumentation toujours habile; et l'auteur les met en jeu avec une rare puissance de dialectique, renforcée par le sentiment qu'il nous impose de sa profonde sincérité; et surtout il sait passer les faits au crible d'une critique serrée, nous montrant combien il faut être réservé avant d'accueillir comme avérées telles données que des hommes illustres ont pourtant acceptées les yeux fermés.

Aussi, quelque jugement qu'on porte sur les doctrines de M. Sanson, le nouvel ouvrage qu'il vient de produire ne peut manquer de forcer l'attention, et certes plus d'un naturaliste en pourra tirer avantage.

A. RAILLIET,
Membre de l'Académie de Médecine,
Professeur d'Histoire naturelle à l'École d'Alfort.

Guiart (Jules). — *Contribution à l'étude des Gastéropodes Opisthobranches et en particulier des Céphalaspides* (*These de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 vol. in-8° de 220 pages, avec figures et planches. Le Bigot frères, éditeurs. Lille, 1901.

M. Guiart, dans sa thèse, ne s'est pas limité à l'une des questions particulières que peut offrir le groupe des Opisthobranches. Il vise à l'étudier dans son ensemble et sous tous ses aspects. Une introduction comprend d'abord un historique des travaux antérieurs, puis la synonymie de quelques espèces. Une première partie (p. 33-60) est consacrée à la *Biologie* (l'auteur emploie ce mot au sens que lui donnent les auteurs allemands; *Ethologie* serait plus précis) de quelques types. On y trouvera réunis notamment des renseignements utiles pour la recherche de ces animaux. Une seconde partie (p. 62-138) est intitulée *Morphologie* et subdivisée en les chapitres suivants : Extérieur et complexe palléal; tube digestif; système nerveux et

organes des sens; structure des centres nerveux; organes reproducteurs. Une troisième partie enfin, dite *Ontogénèse et Phylogénèse*, expose quelques traits du développement de la Philine et diverses considérations sur l'origine et les relations mutuelles des Opisthobranches. Disons seulement de ces dernières que M. Guiart se rallie à l'opinion d'après laquelle les Opisthobranches sont des Gastéropodes ayant subi une détorsion, et qu'il n'en fait en y joignant les Pulmonés qu'une subdivision des Monotocardes.

Les titres mêmes des parties et chapitres ci-dessus énumérés indiquent que l'auteur a touché à de très nombreuses questions particulières sur un sujet déjà largement fouillé avant lui, sur lequel même plusieurs travaux synthétiques de grande valeur ont déjà été publiés. Je me contenterai de citer ici celui de Pelseuer¹, auquel M. Guiart rend d'ailleurs pleine justice, et qui offre de la morphologie comparée des Opisthobranches un tableau si moderne, si ample, si clair, en même temps que si concis. A reprendre le sujet d'une manière aussi compréhensive, on ne peut guère y ajouter que des détails. Sans doute, M. Guiart apporte à divers égards un contingent notable de faits nouveaux, mais, en l'état de nos connaissances sur les Mollusques, il eût été mieux inspiré, il me semble, de se borner à l'une des questions qui occupent seulement un chapitre dans son travail. Je choisirai, pour l'attester, son chapitre sur le système nerveux, qui présente bien des remarques intéressantes, qui l'eussent été plus encore, si elles avaient été poussées davantage. A côté de l'*Actæon*, dont la chiastoneurie a été mise en évidence par Bouvier et Pelseuer, M. Guiart montre les restes de cet état de la chaîne nerveuse viscérale chez la plupart des Bulléens et une partie des Aplysiens. Il y précise l'homologation des divers ganglions. Une étude plus complète, étendue à plus de types, appuyée sur l'étude histologique des centres, aurait constitué un progrès notable dans la morphologie comparée du groupe tout entier. De même, une étude précise et assez complète du développement, fût-ce d'une forme unique, aurait étayé plus solidement des comparaisons ou des interprétations avancées au sujet de divers organes.

La thèse de M. Guiart n'en sera pas moins utilement consultée pour les faits anatomiques nombreux qu'elle renferme et les figures très claires qui aident à les comprendre.

M. CAULLERY,

Professeur de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Marseille.

4^e Sciences médicales

Delpuech (Armand), *Médecin de l'Hôpital Cochin*. — **La Goutte et le Rhumatisme**. — *Un vol. in-8^o de 680 pages, avec 10 planches hors texte. Prix cartonné : 20 fr.* G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1900.

Des circonstances indépendantes de notre volonté ne nous ont pas permis de rendre compte en temps voulu de cet intéressant travail de Delpuech; aussi cette analyse, en signalant les remarquables qualités qu'on rencontre tant dans ce travail que dans les pages consacrées par le même auteur à l'étude du rachitisme ou de la période prépubère, ne pourra-t-elle qu'aviver les regrets causés par la perte de ce distingué collègue.

De fait, on trouve dans ce livre un mélange d'aptitudes et de dons, qui, à ce degré, se trouvent rarement réunis chez une seule personne. — Cette lecture révèle un esprit clinique qui manque quelque peu dans les publications de cet ordre, même dans celles de Daremberg, même dans l'œuvre incomparable de Littré: Delpuech est plus médecin, tout en se montrant humaniste éminent, historien érudit, botaniste instruit.

C'est ainsi, qu'à ce point de vue, il nous apprend que, sous le nom d'hermodacte, de bulbe sauvage ou encore de surendjan, on a, depuis le 1^{er} siècle, utilisé des végétaux qui ne sont autres que le colchique; toutefois, au point de vue de la cueillette, de la conservation, de la dessiccation de ces produits, les Anciens procédaient autrement qu'on ne le fait aujourd'hui. Ces différences suffisent pour expliquer certaines variations dans les résultats enregistrés, car on conçoit sans peine que la fraîcheur ou la vétusté, en d'autres termes l'âge d'une plante, puisse influencer, sinon la nature, du moins l'activité de ses différentes propriétés.

Sans quitter le domaine de la Thérapeutique, on s'aperçoit que cette notion de matière médicale n'est pas la seule qui établisse des analogies entre les pratiques des temps anciens et les conseils formulés à l'heure présente. Il fallait, en effet, dès l'Antiquité, pratiquer la *créophaque* et l'*œnoposie*, autrement dit la consommation des viandes et des vins; on devait cultiver la *philoponie*, en fréquentant la palestres; on recommandait en somme l'exercice physique, un exercice modéré. Ajoutons, à ces conseils, l'usage des bains, le séjour dans des stations thermales sulfureuses, l'emploi du sable chaud, l'exécution des frictions, des onctions, la mise en jeu de l'électricité, et on sera conduit à se demander où se trouve, au point de vue des principes, la nouveauté, quand on parle de courants de haute fréquence, des applications locales de la chaleur, du gant de crins, de l'hydrothérapie, etc.

La médication comprenait aussi l'ingestion des tisanes sudorifiques ou diurétiques; on poussait à l'élimination comme on le tente de nos jours sous l'influence des idées d'auto-intoxication; enfin les sels calcaires, la poudre d'os ne répondent-ils pas aux procédés mis en jeu pour combattre la dyscrasie acide?

Toutefois, pour intéressantes que soient ces données, ces analogies, le grand, le vrai mérite de ce livre, ce qui fait de l'auteur un véritable historien de la Médecine, c'est qu'en étudiant la goutte, Delpuech nous montre, au travers des âges, l'évolution des idées, le plus souvent en progrès, faisant quelquefois fausse route, pour revenir au point de départ. — Aidés par de belles figures, nous pénétrons dans les écoles, chez les médecins, chez les malades; nous suivons la fortune oscillante des théories; nous voyons naître la doctrine de l'humorisme, nous apprenons que, bien avant Baillou, goutte et rhumatisme étaient choses distinctes. — Chemin faisant, on entrevoit, tout au moins, une allusion aux poisons de l'organisme, aussi bien qu'aux toxines.

L'histoire d'une maladie ne doit pas, en effet, se borner à faire connaître uniquement les notions spéciales au processus en vue; elle a également pour but de mettre en évidence la marche générale des idées, des conceptions pathologiques, s'efforçant plus particulièrement de placer en lumière l'influence de ces conceptions sur la manière de comprendre le mal étudié et, par une sorte de choc en retour, le reflet de ce mal sur la philosophie médicale de l'époque.

Aussi, pour mener à bien une telle entreprise, il est nécessaire de disposer des qualités les plus diverses; au littérateur, à l'érudit, au critique, il faut adjoindre le clinicien, le technicien; s'il n'est pas indispensable d'être capable d'exécuter soi-même des recherches de laboratoire, encore est-il désirable que l'écrivain connaisse parfaitement les méthodes expérimentales, soit apte à raccorder les notions du passé aux théories qui nous passionnent.

La lecture du livre de Delpuech, tout en révélant l'éminente utilité d'une pareille œuvre, est bien de nature à faire saisir quelle variété d'aptitudes doit posséder un historien de la Médecine.

A. CHARRIN,

Professeur remplaçant au Collège de France,
Agrégé à la Faculté de Médecine
de Paris.

¹ Recherches sur divers Opisthobranches. *Mém. Cour. Ac. R. des Sciences Belgique*, 1891.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Novembre 1901

La Section d'Anatomie et Zoologie présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. de Lacaze-Duthiers. En première ligne, **M. L. Vaillant**; en deuxième ligne, **MM. E. Bouvier**, **Y. Delage** et **F. Henneguy**; en troisième ligne, **MM. R. Blanchard**, **Houssay** et **Oustalet**.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Perrotin** a observé cette année à Nice une recrudescence sensible dans la chute d'étoiles filantes des Perséides. Le maximum a eu lieu entre les 11 et 12 novembre. — **M. D. Eginitis** a constaté le même fait à Athènes. Le radiant de l'essai présente un déplacement très sensible. — **M. E. Picard** poursuit l'étude des périodes des intégrales doubles dans la théorie des fonctions algébriques de deux variables. — **MM. E. Raverot** et **P. Belly** décrivent un loch manométrique différentiel dont le fonctionnement est fondé sur l'emploi simultané du tube de Pitot et du tube jaugeur de Darcy et Bazin.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. Becquerel** décrit une modification dans l'emploi du thermomètre électrique pour la détermination des températures souterraines au Muséum d'histoire naturelle. Elle est basée sur l'application de la loi des températures successives, réalisée à l'aide d'une graduation mobile. — **M. Compan** a étudié les lois du rayonnement aux basses températures. Celle de Dulong et Petit ne s'applique que de 0 à 200°. Celle de Stefan s'applique le mieux depuis la température d'ébullition de l'air liquide jusqu'à 302°; toutefois, de 150° à 300°, elle donne des vitesses un peu trop fortes. Celle de Weber ne s'applique pas aux basses températures; mais, à partir de 100°, elle prendrait l'avantage sur celle de Stéphan et représenterait mieux le phénomène. — **M. H. Moissan**, en faisant réagir le chlorure ou l'iodure d'ammonium en solution dans l'ammoniac anhydre sur l'amalgame de sodium, a obtenu une masse métallique dans laquelle l'hydrogène et l'ammoniac se trouvent à l'état de combinaison stable à 39°. Cette masse métallique, par sa décomposition à la température ordinaire en présence de l'eau, augmente de trente fois son volume et dégage deux volumes de gaz ammoniac pour un d'hydrogène. — **M. Fern. Meyer** a reconnu qu'on peut transformer totalement une quantité d'or donnée en chlorure aurique bien cristallisé par l'action du chlore liquide, grâce à la différence de solubilité du chlorure dans le chlore à chaud et à froid. Il existe une seule combinaison moins chlorurée que Au Cl_2 , qui est Au Cl . — **M. Ch. Marie** a étudié l'acide dioxysopropylhypophosphoreux, obtenu dans la réaction de H_2PO_2 sur l'acétone. Il est monobasique et donne des dérivés diacétylé et dibenzoylé; il répond donc à la formule: $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\cdot\text{PO}(\text{OH})\cdot\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$. Il est analogue à l'acide dioxylbenzylphosphinique. — **M. Bongert** a étudié l'action de quelques chlorures d'acides sur les sodacétylacétates de méthyle et d'éthyle. — **M. A. Trillat** a appliqué la méthode d'oxydation par action de contact aux alcools non saturés de la série grasse et aromatique. L'alcool allylique a donné de l'acroléine; l'isoeugénol a été transformé partiellement en vanilline. — **M. N. Floresco** a trouvé qu'il existe une relation entre le foie, la peau et les poils, au point de vue de la teneur en fer et en pigments. Le foie, la peau des animaux à poils foncés contiennent presque le double de la quantité de fer et de pigments que ceux à poils blancs.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. Ant. Pizon** propose

une théorie mécanique de la vision basée sur le rôle des granules pigmentaires. Ceux-ci emprunteraient leur énergie à la lumière, sous la forme d'un mouvement vibratoire qu'ils transmettraient à leur tour aux cônes ou aux bâtonnets avec lesquels ils se trouvent en contact; l'ébranlement moléculaire ainsi reçu par les cellules visuelles n'a plus qu'à se propager le long du nerf optique jusqu'aux centres nerveux encéphaliques. — **MM. Ed. Toulouse** et **N. Vaschide** ont constaté qu'il existe une certaine relation entre la pression radiale et la pression capillaire chez les aliénés, lesquelles varient généralement dans le même sens. L'hypertension accompagne les états d'agitation; l'hypotension, les états de calme et de dépression. — **M. L. Roos** conclut d'une série d'observations qu'il est inexact que l'alcool, même à haute dose, s'il est ingéré sous la forme de vin, précipite l'évolution de la tuberculose chez le cobaye, et peut-être aussi chez l'homme. — **MM. Camichel** et **Mandoul** ont étudié les colorations bleue et verte de la peau de certains Vertébrés. La première est due à un pigment noir; la seconde à un pigment noir et un pigment jaune. Ces pigments ont les mêmes propriétés optiques que les milieux troubles artificiels. Ils constituent un acte de défense de l'organisme contre les radiations nuisibles. — **M. R. de Sinéty** a constaté chez les Orthoptères, au cours des cinèses spermatocytiques, une double division longitudinale. Il a étudié également le chromosome spécial chez les Phasmes et les Locustiens. — **M. S. Jourdain** rappelle que les perles des Mollusques ne peuvent être formées que par le manteau. Elles sont sujettes à des maladies spontanées ou acquises, ces dernières étant produites par le contact prolongé avec la peau, dont les sécrétions acides et les matières sébacées agissent d'une manière nuisible. — **M. L. Daniel** compare, au point de vue anatomique, le greffage, le pincement et la décortication annulaire. — **M. Jean Friedel** a constaté que l'assimilation chlorophyllienne est beaucoup plus faible en automne qu'au printemps ou en été, surtout pour les feuilles. — **M. P. Termier** a étudié les micaschistes, les gneiss, les amphibolites et les roches vertes des schistes lustrés des Alpes occidentales. Pour lui, celles de ces roches qui ne sont pas de nature éruptive certaine sont des sédiments originaires analogues aux autres, mais modifiés, plus profondément que les autres, par des roches intrusives; et alors ces dernières sont postérieures au dépôt de la plupart des schistes lustrés; elles peuvent être éogènes.

Séance du 25 Novembre 1901.

M. Fouqué rappelle la cérémonie qui a eu lieu à la Sorbonne à l'occasion du cinquantenaire scientifique de **M. Berthelot**. — **M. Berthelot** remercie l'Académie de la part qu'elle a prise à cette cérémonie. — L'Académie procède à l'élection d'un membre dans sa Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de **M. de Lacaze-Duthiers**. **M. Y. Delage** est élu. — **M. Gouy** est ensuite élu comme Correspondant dans la Section de Physique, en remplacement de **M. Raoult**. — Enfin, l'Académie présente, à **M. le Ministre du Commerce**, la liste suivante de candidats pour la chaire vacante de Mécanique au Conservatoire des Arts et Métiers: 1° **M. Ed. Sauvage**; 2° **M. Petot**. — **M. le Secrétaire perpétuel** annonce le décès de **M. Kowalewsky**, Correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. A. Davidoglou** recherche le nombre de racines communes à plusieurs équations. — **M. J. Armengaud** indique une méthode graphique permettant d'étudier les circonstances de la

marche d'un aérostat dirigeable par l'examen de la projection de sa trajectoire sur le sol.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Mathias a déterminé la distribution régulière de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques en France au 1^{er} janvier 1896 au moyen de formules du second degré à cinq ou six termes établies pour la région de Toulouse. Les résultats concordent assez bien avec les observations de M. Moureaux. — M. A. Lafay indique une application de la chambre claire de Govi à la construction d'un comparateur pour règles-étalons à bout. — M. R. Blondlot a vérifié expérimentalement qu'une masse d'air qui est le siège d'un déplacement électrique ne subit aucune action de la part d'un champ magnétique. — M. G. A. Hemsalech a déterminé expérimentalement, par la méthode d'Anderson, les coefficients de self-induction des bobines qui lui ont servi dans ses expériences sur les spectres d'étincelles; les valeurs obtenues sont notablement plus petites que celles déduites du calcul. — M. E. Baud a constaté qu'il existe, outre les spinelles chlorés, des composés $Al^{2}Cl^{6} \cdot 3NaCl$ et $Al^{2}Cl^{6} \cdot 3KCl$, et très probablement aussi des cryolithes chlorées, $Al^{2}Cl^{6} \cdot 6NaCl$ et $Al^{2}Cl^{6} \cdot 6KCl$. Ces derniers corps ne représentent pas les termes ultimes de la combinaison de $Al^{2}Cl^{6}$ avec les chlorures alcalins; mais, il est difficile d'établir thermiquement l'existence et la composition exacte des composés supérieurs, parce que la chaleur dégagée par la fixation des dernières molécules devient trop faible. — M. Guntz a préparé une grande quantité d'amalgame de baryum et, en chauffant ce dernier vers 1000° dans un tube de porcelaine au moyen d'un fil traversé par un courant électrique, il a volatilisé le mercure et obtenu le baryum métallique pur. C'est un corps mou, fusible au rouge sombre, volatil au rouge vif, s'oxydant fortement à l'air, décomposant l'eau et l'alcool. — MM. G. Urbain et H. Lacombe, en dissolvant l'hydrate de glucinium dans l'acide acétique dilué, puis en traitant la masse concentrée par l'acide acétique cristallisable, ont obtenu des cristaux fusibles à 283°—84° et distillant sans décomposition à 330°—31° sous la pression normale. La densité de vapeur conduit au poids moléculaire 405, correspondant à un composé $[CIP^{2}CO^{2}]^{6}Gl^{10}$, dans lequel le glucinium est diatomique et a le poids atomique 9. — M. V. Henri a déterminé la loi d'action de la sucrose sur le saccharose (voir page 1037). — M. M. Delépine a constaté que les aldéhydes et l'acétone réagissent d'une façon fort régulière vis-à-vis de l'acide sulfurique fumant. Ils fixent un certain nombre de SO^{2} pour engendrer des acides à sels stables en milieu acide ou neutre, mais très sensibles aux alcalis qui brisent la chaîne carbonée en deux tronçons. — M. A. Richard a préparé la monochlor- et la mono-bromacétone en faisant passer un courant électrique à travers un mélange d' HCl ou d' HBr et d'acétone. — M. P. Carré a étudié l'éthérisation de l'acide phosphoreux par la glycérine et le glycol. La limite d'éthérisation est d'autant plus élevée que la quantité de glycérine ou de glycol en présence est plus grande. On obtient les acides glycérophosphoreux $(OH)^{2}PO.CH^{2}.CH(OH).CH^{2}OH$ et glycérophosphoreux $(OH)^{2}PO.CH^{2}.CH^{2}OH$, dont l'auteur a préparé les sels de baryum. — M. R. Fosse a constaté que le dinaphtoxanthidrol et le xanthidrol, traités par HBr et l'alcool bouillant, donnent de l'éthanal et régénèrent le dinaphtoxanthène et le xanthène. — MM. A. Haller et Ed. Heckel ont retiré d'une plante du genre *Tabernaemontana*, originaire du Congo où on la nomme *Iboga*, un alcaloïde lévogyre, de formule provisoire $C^{26}H^{32}Az^{2}O^{2}$, qu'ils nomment *ibogine*. Les écorces des tiges contiennent, en outre, un autre produit cristallisé qui n'a pu être analysé. — M. G. Champenois a retiré, de la graine d'*Aucuba japonica* L., une grande proportion de sucre de canne, accompagné d'un glucoside. En outre, la graine contient, constituant son albumen corné, une galactane, une mannane et une pentane donnant, par hydrolyse, du galactose, du mannose et un pentose, qui paraît être de l'arabinose. — M. G. Bertrand a

étudié la transformation de la glycérine en sucre par le tissu testiculaire, observée par M. Berthelot, et a reconnu que ce n'est ni le tissu, ni ses produits solubles qui produisent cette transformation, mais bien des microbes, apportés, selon toute vraisemblance, par le testicule lui-même.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Gaule a observé l'augmentation des globules rouges du sang qui se produit dans les ascensions en ballons. Des préparations faites à de grandes hauteurs lui ont montré qu'il y a vraiment formation de globules nouveaux et que ce phénomène se produit avec une très grande rapidité. — M. Marage communique les résultats d'un traitement scientifique de la surdité, qui consiste en une sorte de massage fait avec les vibrations que l'oreille est destinée normalement à recevoir. — M. G. Loisel montre que la cellule de Sertoli est une cellule germinative modifiée dont le rôle est de sécréter périodiquement une substance qui exerce une action chimiotactique positive sur les spermatozoïdes en voie de transformation. C'est sous l'influence de cette action que les spermatozoïdes acquièrent la forme spéciale adéquate à leur action. C'est elle qui détermine la disposition des spermatozoïdes en faisceaux et la direction uniforme de ces faisceaux. — M. M. Harroy a répété les expériences de M. J. Friedel sur l'assimilation chlorophyllienne en dehors de la matière vivante et n'a obtenu que des résultats négatifs. — M. P. Termier a fait de nouvelles observations géologiques sur la Chaîne de Belledonne. Il semble que la région méridionale soit restée, avant comme après l'époque stéphanienne, relativement tranquille. — M. E. Ray Lankester envoie un dessin colorié de l'échantillon unique d'Okapi (*Okapia Johnstoni*) rapporté de l'Afrique centrale par sir H. Johnston. Le crâne de ce nouveau mammifère rappelle celui des girafes. — M. A. Gaudry présente, en même temps, la restauration du squelette de l'*Helladotherium* trouvé à Pikermi, dont l'Okapi paraît être le descendant direct. — MM. Lortet et Gaillard ont examiné plus de mille momies d'oiseaux envoyées d'Égypte. Les unes, qui sont des momies d'oiseaux de proie, renferment un grand nombre d'individus; les momies d'ibis ne contiennent qu'un seul individu. L'ibis noir des anciens Égyptiens est l'ibis falcinelle de nos jours.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Novembre 1901.

M. J. V. Laborde présente un appareil nouveau, dû à M. F. Dussaud, pour l'écriture et la notation chiffrée et médicale chez les aveugles. — M. P. Reclus communique le rapport sur le concours du prix Laborde. — M. E. Roux lit le rapport sur le concours du prix Audiffred. — M. Yvon présente le rapport sur le concours du prix Buignet. — M. J. V. Laborde examine la question de l'épilepsie jacksonienne et des localisations cérébrales, et arrive aux conclusions suivantes : 1° Si le siège et la localisation, soit organiques, soit fonctionnels, des phénomènes moteurs, d'ordre convulsif (convulsion ou épilepsie partielle), ou de nature paralytique, prédominent dans la région cérébrale dite psycho-motrice, région rolandique, ils n'y sont pas exclusivement confinés dans une limite fixe et infranchissable; ils peuvent s'étendre aux régions antérieures (cerveau frontal) et postérieure (cerveau pariéto-occipital), surtout dans les conditions de lésions secondaires ou extensives; 2° Il en résulte qu'au point de vue des déductions pratiques, notamment des applications chirurgicales ou de la trépanation, la recherche de la lésion, même dans les cas où l'indication symptomatique semble la plus localisée, ne doit pas se borner strictement à la zone motrice ou rolandique proprement dite, mais s'étendre suffisamment au delà de cette limite, prédominante mais non exclusive. — M. G. Dieulafoy signale quatre nouveaux cas d'épilepsie jacksonienne d'apparence classique, où la lésion

siégeait à la partie inférieure du lobe frontal. Pour lui, l'ancienne conception de l'épilepsie jacksonienne a perdu de sa valeur, car nous n'avons aucun moyen de distinguer les épilepsies d'origine rolandique de celles d'origine frontale.

*Séance du 26 Novembre 1901.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale. M. Josias est élu.

M. Landouzy donne lecture du Rapport général sur les épidémies en France et aux colonies en 1900. — M. Bouchard présente le rapport sur le concours du prix Portal. — M. Motet lit le rapport sur le concours du prix Herpin. — M. Raymond pense que l'épilepsie partielle peut n'avoir aucune valeur localisatrice; elle n'apporte donc, en elle-même, aucun argument pour ou contre la doctrine des localisations cérébrales. Il en est de même des paralysies qui accompagnent les attaques, si elles sont post-paroxystiques. Le diagnostic ne peut être fait que le jour où se montrent des troubles mentaux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Novembre 1901.

M. J. Cluzet a vérifié sur l'homme la loi d'excitation des nerfs et des muscles établie par M. G. Weiss. — M. M. Nicloux a mesuré la quantité d'oxyde de carbone qui se trouve dans le sang des chiens à Paris et à la campagne; chez les premiers, elle est toujours plus élevée, généralement double. — Le même auteur a placé une carpe dans de l'eau renfermant un peu de sang de chien oxygéné. Le sang de la carpe s'enrichit bientôt en oxyde de carbone. — M. R. Dubois signale des faits qui lui semblent de nature à faire admettre que le sommeil des végétaux est produit par le même mécanisme que celui des animaux, c'est-à-dire par accumulation d'acide carbonique dans les tissus (autonarcose carbonique). — MM. B. Auché et Le Couturier ont constaté que les injections intra-hépatiques d'acide plénique pur déterminent des lésions très intenses de nécrose cellulaire. La réparation de ces lésions consiste dans la formation d'un tissu fibreux qui infiltre de plus en plus le lobe de nécrose et en amène la disparition progressive. — M. L. Meunier indique une nouvelle méthode de recherche quantitative de la pepsine dans le suc gastrique. Dans la digestion, la pepsine paraît atteindre son maximum au bout d'une heure. — M. M. Arthus propose un nouveau réactif qualitatif et quantitatif du fibriniférent: le plasma de sang de chien fluoré à 3%. Ce dernier se coagule quand on lui ajoute soit du fibriniférent préparé par les procédés classiques, soit une liqueur contenant du fibriniférent, telle que le sérum sanguin. — MM. Dargein et Tribondeau ont trouvé, dans un cas de kyste hydatique du foie, une leucocytose nette avec éosinophilie élevée et abaissement léger du taux des polynucléaires neutrophiles. L'hémodiagnostic semble appelé à jouer un rôle dans la recherche de la nature des tumeurs hépatiques.

M. J. Jolly est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 16 Novembre 1901.

M. Alezais a étudié les muscles du membre postérieur du Kangourou (*Macropus Bennettii*). Les insertions musculaires ont une tendance marquée à réduire leur étendue et les muscles à se fusionner ou à s'unir. — M. G. Loiselet étudie la formation des spermatozoïdes chez le moineau, puis le rôle de la cellule de Sertoli dans la spermatogénèse (voir p. 1087). — M. E. Maurel a constaté que, pour le lapin comme pour l'homme, les leucocytes sont plus sensibles au chlorhydrate d'éméline que les hématies. Mais les hématies du lapin sont plus sensibles à cet agent que les nôtres. — M. R. Lépine a remarqué que l'état grassex du foie coïncide avec l'existence d'une forte proportion de lécitine dans cet organe et de phosphore incomplètement oxydé dans l'urine. — M. H. Emery indique un procédé permet-

tant de différencier le bacille typhique du colibacille dans l'eau. — M. Foveau de Courmelles a reconnu que la lumière chimique (lumière de l'arc voltaïque) a une action curative profonde sur les tuberculoses et spécialement la tuberculose pulmonaire. — M. J. Brukner a constaté que la cellule sympathique, comme toute cellule nerveuse, présente des phénomènes de réaction après la résection ou l'arrachement du cordon. Chez le chat, la chromolyse est faible lorsque la section a lieu au-dessous du ganglion supérieur, tandis qu'elle est très marquée après l'arrachement du bout supérieur. — MM. A. Gilbert et P. Lereboullet signalent trois cas de pleurésie ayant eu pour origine une infection biliaire. La pleurésie siégeait à droite et provient, d'après eux, d'une propagation directe par voie lymphatique. — M. P. Lereboullet a reconnu, d'après l'état du sérum et des urines, que l'ictère simple du nouveau-né est un ictère biliphéique avec cholémie évidente, mais ordinairement sans cholurie.

Séance du 23 Novembre 1901.

M. A. Laveran a examiné de nombreux Culicidés envoyés de Hanoï. Parmi eux, se trouve une forte proportion d'*Anopheles*, qui va en diminuant dans la saison salubre, et une nouvelle espèce, *Panoplites Seguni*. — Le même auteur a reçu d'autres Culicidés provenant du Haut-Tonkin. Parmi eux se trouvent aussi de nombreux *Anopheles*, et en particulier une espèce nouvelle, *Anopheles Vincenti*. — M. J. Lépine a constaté la présence d'une sensibilisatrice dans l'urine de typhiques. Elle n'apparaît qu'avec la réaction agglutinante. — M. E. Maurel a expérimenté l'émétine sur le congre, la grenouille, le pigeon et le lapin. Les éléments anatomiques examinés se sont placés dans les mêmes ordres de sensibilité et de toxicité. — M. M.-E. Gellé étudie les relations de la paralysie alternée de l'acoustique avec les lésions protubérantielles. — MM. Gilbert et Herscher ont constaté que l'évolution de la tuberculose coïncide avec une diminution de la coloration du sérum sanguin; cette hyposérochromie peut avoir une certaine importance diagnostique. — M. Hénoque a observé, dans une ascension en ballon, une augmentation rapide, presque immédiate, de la quantité d'oxyhémoglobine du sang, en même temps qu'une augmentation de l'activité de la réduction. — M. J. Jolly a constaté que les corps étrangers absorbés par le protoplasma sont capables de déprimer plus ou moins profondément le noyau, de changer ainsi sa forme, et peut-être même d'être incorporés par lui en le pénétrant complètement. — M. D. Courtade a reconnu que l'augmentation d'excitabilité du nerf par les courants à haute tension ne se produit plus quand le nerf n'est pas dénudé, parce qu'il s'établit des courants dérivés passant dans les tissus et dans le nerf. — M. J. Noé a observé que la résistance du hérisson à l'inanition est maximum en hiver et minimum en été; il est probable que tous les hibernants se comportent de même. — M. L. Bruandot a étudié un certain nombre de lésions de coccidiose expérimentale. Pour lui, la coccidiose est avant tout un parasite épithélial.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Novembre 1901.

M. Ed. Fouché fait une communication sur l'état actuel de l'éclairage par l'acétylène dissous. Dès l'année 1896, MM. Claude et Hess eurent l'idée de faire appel à la solubilité de l'acétylène dans les liquides pour obtenir une accumulation de ce gaz dans des récipients portatifs avec beaucoup moins de pression que n'en exige la liquéfaction. Ils espéraient ainsi, avec raison, diminuer les dangers que pouvait présenter le gaz liquéfié, dont la pression à 37° est déjà de 68 atmosphères (pression critique). A cet effet, tous les liquides connus furent expérimentés et pour chacun d'eux on détermina le coefficient de solubilité correspondant. Parmi les divers corps, l'acétone fixa particulièrement l'attention

des inventeurs et leur parut le mieux approprié à l'emploi qu'ils avaient en vue, parce que son point d'ébullition (36°) n'est pas trop bas, et qu'il se prépare industriellement d'une façon courante. C'est avec ces données qu'a été fondée la *Compagnie Française de l'Acétylène dissous* (11 janvier 1897), ayant comme programme la transformation des premières idées théoriques en un procédé véritablement pratique. — *Dissolution de l'acétylène dans l'acétone*. Les études qui ont été faites tout d'abord sur les propriétés de la dissolution de l'acétylène dans l'acétone ont conduit à un certain nombre de résultats intéressants. Le coefficient de solubilité (24 à 45°) varie d'une manière importante avec la température. MM. Berthelot et Vieille ont montré, entre autres, que si la pression absolue était de 16 kil. 17 à 28 de température pour un récipient contenant une quantité de liquide un peu inférieure à la moitié de son volume, cette pression devenait 33 kil. 21 pour la température de 50°,5. De ces expériences, et d'autres faites ultérieurement dans le laboratoire de la *Compagnie Française*, et qui se sont trouvées parfaitement d'accord avec les précédentes, on a pu déduire que, dans les conditions usuelles de remplissage et de fonctionnement, la pression initiale augmentait approximativement de $\frac{1}{30}$ par degré d'élévation de température.

L'acétylène à l'état de dissolution dans l'acétone présente un phénomène remarquable : sa densité, déterminée par M. Claude, serait dans ces conditions 0,71 à 15°, tandis que, d'après M. Pietet, celle de l'acétylène n'est que de 0,42. Si l'on rapproche cette condensation importante des phénomènes de sursaturation que la dissolution présente à un degré extrêmement élevé, on est tenté de se demander s'il s'agit bien là d'une simple dissolution, et si quelque autre action ne viendrait pas s'y joindre. Sous l'influence de la chaleur, le liquide constitué par l'acétylène et l'acétone augmente naturellement de volume. Le coefficient de dilatation a été trouvé égal à 0,0015; celui de l'acétone pur est aussi 0,0015. Il s'ensuit que l'acétylène dans la dissolution aurait également le même coefficient de dilatation, tandis que pour l'acétylène liquide, dans les limites ordinaires de la température ambiante, ce coefficient est environ 0,007, soit presque cinq fois plus grand. La présence de l'eau dans l'acétone diminue le coefficient de solubilité dans des proportions plus fortes que celles qui correspondraient à la diminution de concentration de la liqueur. Aussi importe-t-il d'employer de l'acétone aussi concentré que possible (pratiquement 99°) et de n'y introduire que de l'acétylène parfaitement sec. — *Explosibilité de la dissolution*. Les propriétés explosives de l'acétylène comprimé sont considérablement modifiées par le fait de l'incorporation du gaz à l'acétone. La question a été étudiée par MM. Berthelot et Vieille, qui ont démontré que jusqu'à la pression de 10 kilos la solution était parfaitement stable, mais qu'à 20 kilos on pouvait, dans certaines circonstances, faire décomposer à la fois l'acétylène libre au-dessus du liquide, le gaz en dissolution et l'acétone lui-même. Il résulte de là que cette méthode d'accumulation de l'acétylène, sous des pressions voisines de 10 kilos, présente un avantage considérable sur la simple compression ou la liquéfaction, puisqu'il n'y a d'explosible que la très faible quantité de gaz surmontant le liquide, laquelle ne pourrait jamais donner, en cas de décomposition, qu'une pression décuple de la pression initiale, environ 100 kilos. Les récipients en fer résistent facilement à une telle pression, tandis qu'ils sont infailliblement brisés par la décomposition de l'acétylène liquide donnant lieu à des pressions de plusieurs milliers d'atmosphères. — *Matières poreuses*. Cependant le procédé dans ces conditions n'était pas industriellement applicable. La possibilité d'une décomposition interne, même sans rupture des récipients, était inadmissible. En outre, pour certaines applications, l'éclairage des chemins de fer en particulier, il y avait lieu de redouter la présence d'un liquide combustible qui, dans une collision, pour-

rait se répandre sur les décombres, s'enflammer et accroître la gravité de l'accident. En outre, la dissolution de l'acétylène et son dégagement pendant l'emploi ne se font régulièrement qu'à la condition d'agiter le liquide, ce qui est un inconvénient lorsqu'on a affaire à des récipients volumineux et pesants. Tous ces inconvénients ont été supprimés à l'aide d'un unique artifice, consistant à remplir complètement les récipients avec une matière poreuse à grains fins, d'une résistance suffisante. Des essais multiples, faits à des pressions allant jusqu'à 35 kilos, ont montré que l'on rendait ainsi inexplosibles, non seulement le gaz libre, mais aussi la dissolution. La décomposition provoquée en un point des récipients ainsi garnis ne se propage qu'à une distance insignifiante, en produisant un accroissement de pression à peine égal à la pression initiale. Le rôle de la matière poreuse dans ce cas est analogue à celui que joue la terre d'infusoires dans la dynamite. En outre, ces matières poreuses ont l'avantage de supprimer toute possibilité d'écoulement de liquide; elles facilitent la dissolution et suppriment les phénomènes de sursaturation. M. Fouché présente deux échantillons de matières poreuses actuellement employées : une brique très légère (densité 0,5, porosité 0,80) qui sert pour l'acétylène dissous; un aggloméré, formé de ciment et de braise (densité 0,3, porosité 0,80). Ce dernier est plus économique, mais n'est applicable qu'à l'acétylène comprimé sans acétone, ce liquide étant décomposé peu à peu par la chaux. Des récipients ainsi préparés ont été expérimentés au Laboratoire des Poudres et Salpêtres et les résultats obtenus, conformes à ceux indiqués ci-dessus, ont permis à l'Administration d'autoriser l'exploitation du procédé, sous la condition, bien facile à remplir, que les tubes d'acier mis en contact avec le public seraient éprouvés à 60 atmosphères. Un nouvel aggloméré au charbon, mais ne contenant pas de chaux, est actuellement à l'étude. Beaucoup moins coûteux que la brique, il permettra, en outre, d'utiliser des récipients du genre de ceux qui servent au transport de l'oxygène ou de l'acide carbonique et qui coûtent trois fois moins cher que les modèles adoptés jusqu'à présent par la Compagnie française de l'Acétylène dissous. Ce perfectionnement, d'une importance considérable, permettra au procédé de prendre tout son essor. — *Appareils générateurs, récipients et brûleurs*. Les récipients actuellement utilisés ont les capacités de 2 litres, 12 litres, 100 litres. La quantité de gaz qu'on peut pratiquement accumuler dans ces appareils est de cent fois leur volume pour la pression normale de 10 kilos. Le gaz qui s'échappe de la dissolution à une pression constamment variable. Cette pression doit être régularisée par un détendeur. Les autres appareils accessoires sont la soupape de garantie à mercure, grâce à laquelle la pression ne peut jamais s'élever outre mesure dans les canalisations, et le compteur du type sec ou du type humide. L'acétylène est préparé sans pression dans un appareil à chute de carbure, évitant les rentrées d'air. Il s'accumule dans un gazomètre, d'où une pompe l'aspire en lui faisant traverser un épurateur et un sécheur. Le gaz comprimé est envoyé dans des récipients de grand volume, garnis de briques et d'acétone, jouant le rôle d'accumulateurs. Les récipients à charger sont mis en communication avec ces accumulateurs; ils reçoivent ainsi de l'acétylène saturé de vapeur d'acétone; grâce à cet artifice, l'épuisement de l'acétone dans les tubes servant au transport du gaz est considérablement ralenti. Les récipients, une fois chargés, sont transportés chez le consommateur, chez qui on les laisse jusqu'à épuisement. Les becs ordinaires à acétylène consommant 7 litres 5 à 8 litres par carcel, on a cherché, dans un but d'économie, à réaliser l'éclairage par l'incandescence, ce qui présentait des difficultés sérieuses en raison de la très grande explosibilité des mélanges d'air et d'acétylène. M. Fouché montre plusieurs modèles de becs Sirius devenus maintenant d'un usage courant, produisant de 11 à 50 carcels sous 30 centimètres de

pression, avec une consommation de 2 litres 5 à 3 litres au plus par carcel-heure. — *Quantité de lumière accumulée.* Les chiffres de consommation par carcel-heure indiqués ci-dessus permettent de comparer l'acétylène dissous à d'autres modes d'éclairage portatif. On trouve ainsi que 1 kilo de récipient en fer, pouvant contenir 33 litres d'acétylène, donne 40 à 45 bougies-heures avec des becs ordinaires, et 140 avec l'incandescence, tandis que 1 kilo d'accumulateur électrique ne donne que 10 bougies-heures avec l'incandescence et 30 avec l'arc. Le gaz portatif, à raison de 40 litres par carcel-heure, est cinq fois moins lumineux que l'acétylène; en outre, sous la même pression, le volume accumulé est dix fois moindre que pour l'acétylène dissous; de sorte qu'en fin de compte, sous le même volume et la même pression, on emmagasine cinquante fois plus de lumière avec l'acétylène dissous qu'avec le gaz portatif. — *Applications.* L'application la plus indiquée de l'acétylène dissous consiste dans l'éclairage des voitures de chemins de fer. Elle n'a eu lieu encore en France qu'à titre d'essais; mais elle s'organise actuellement dans plusieurs pays étrangers. Des trainways (Funiculaire de Belleville) sont exclusivement éclairés par ce système depuis plusieurs années. L'application aux automobiles commence à se développer. Comme éclairages mobiles, il faut citer encore les chantiers, les fêtes foraines, les théâtres forains, etc. Enfin, les éclairages fixes pour maisons de campagne, ateliers, magasins, etc., sont de plus en plus appréciés. M. Fouché montre les résultats qu'on peut obtenir en augmentant la pression du gaz dans les becs à incandescence, jusqu'à 2 mètres et même au delà. L'éclat intrinsèque du manchon augmente considérablement, et c'est ainsi qu'au Dépôt des Phares, on a constaté que cet éclat atteignait 4 carcels par centimètre carré, tandis que le gaz d'huile et le pétrole ne permettent que d'obtenir respectivement 2,5 et 3 carcels. Il y a donc là un progrès important. Le plus petit bec Sirius dans les lanternes à projection, avec 37 carcels, dépasse la lumière oxyhydrique; ce même bec, par une injection centrale d'oxygène, arrive à fournir 60 carcels. L'incandescence d'un bâton de magnésie a pu être réalisée en diluant l'acétylène avec de la vapeur d'éther; l'incandescence obtenue, expérimentée pratiquement sur un cinématographe, a été trouvée très franchement supérieure à ce qu'on peut obtenir avec le chalumeau oxythérique. — M. G. Claude, au sujet des belles recherches de MM. Berthelot et Vieille sur l'explosibilité de l'acétylène dissous, fait remarquer que l'atténuation probable des propriétés explosives de l'acétylène par le fait de sa dilution dans un liquide inerte, a été l'une des raisons qui l'ont conduit, avec son collaborateur M. Hess, à l'élaboration d'un système d'emmagasinement conçu avant tout dans le but de diminuer les dangers du nouvel éclairant. Il rappelle à ce propos que la Note présentée à l'Académie des Sciences, le 28 mars 1897, par M. d'Arsonval au nom des inventeurs, mentionne le fait de l'incandescence d'un fil de platine immergé dans une solution d'acétylène dans l'acétone sous 2 à 3 atmosphères. Relativement à l'observation de M. Fouché sur les phénomènes de sursaturation gazeuse qui feraient penser que l'acétylène dissous est mieux qu'une dissolution, M. Claude donne le résultat d'expériences personnelles qui viendraient à l'appui de cette manière de voir. En étudiant la solubilité de l'acétylène dans les divers liquides organiques, l'auteur a été à même de constater cette loi remarquable: Dans les limites de précision de la méthode d'expérimentation, la solubilité dans les différents termes d'une même famille chimique de liquides organiques (alcools, éthers formiques, éthers acétiques, etc.) est directement proportionnelle au nombre de molécules contenues dans l'unité de poids du liquide essayé, c'est-à-dire *inversement proportionnelle au poids moléculaire*. Il n'en résulte pas qu'il y ait, dans ces dissolutions, combinaison à proprement parler, puisque le poids d'acétylène fixé à chaque molécule est proportionnel à la pression; mais il semble

pourtant y avoir quelque chose de mieux défini que dans d'autres cas, celui, par exemple, des dissolutions d'oxygène, pour lequel la même loi n'a pu être retrouvée.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

G. H. F. Nottall : Le nouvel essai biologique du sang et son importance au point de vue de la classification zoologique. — Pendant l'année qui vient de s'écouler, la question des antisérums a fait l'objet de nombreuses recherches. Dans le *Journal of Hygiene*, j'ai décrit les méthodes de préparation et leur technique, et j'ai donné une littérature complète du sujet. Je rappelle brièvement la façon dont les antisérums sont produits: Supposons que nous désirons obtenir un anti-sérum pour le sang humain; nous injectons du sang humain dans le péritoine d'un lapin. Après environ cinq injections, données à des intervalles de trois jours au plus, le lapin est saigné jusqu'à ce que mort s'en suive et son sérum sanguin est recueilli. On trouve que le sérum de ce lapin a acquis la remarquable propriété de produire une précipitation immédiatement après son introduction en petite quantité dans une dissolution de sérum sanguin humain. Si on le laisse se reposer, la substance précipitée se dépose au fond du tube.

J'ai maintenant essayé plus de 230 sangs obtenus d'animaux de toutes les classes des Vertébrés avec un anti-sérum pour le sang humain, et j'ai obtenu partout des résultats négatifs à la seule exception du sang des singes. D'une façon analogue, si des lapins sont traités avec le sang d'un cheval, d'un chien, d'un bœuf, d'un mouton, etc., les antisérums formés produisent des précipitations seulement dans les sangs des animaux dont on avait employé le sang pour le traitement, ou à un degré moindre dans les sangs des animaux qui sont leurs proches alliés.

On a saisi l'importance de cette épreuve au point de vue médico-légal, et on pourra l'employer d'une façon certaine à la recherche des crimes. Tandis que Uhlenhuth a prouvé que des taches de sang séchées peuvent être employées pour cette épreuve, en ayant soin de les dissoudre, j'ai montré que le sang humain putréfié depuis deux mois est capable de donner une réaction avec son anti-sérum homologue. J'ai, de plus, montré que le sang humain peut être découvert dans une solution où chaque sang se trouve seulement dans une quantité de 1/500 ou 1/600.

Comme il a été établi plus haut, les seuls sangs qui donnent une réaction semblable à celle du sang humain, ont été les sangs de différentes espèces de singes.

Depuis que mes derniers mémoires ont paru, j'ai eu l'occasion d'essayer dix-huit sortes de sang de singes. La réaction obtenue avec du sang de singe diffère seulement par l'intensité de celle obtenue avec celui d'un sujet humain. Le sang de singe donne une plus faible réaction que le sang humain avec l'anti-sérum pour le sang humain.

Acceptant la classification des Primates donnée par Flower et Lydekker, nous trouvons qu'ils ont été classés en deux groupes: les *Lemuroidea* (Lémuriens) et *Anthropoidea* (Hommes et singes). Comme cela a été établi par les auteurs nommés, l'idée que les Lémuriens appartiennent aux Primates est tout à fait traditionnelle; ils pensent qu'ils devraient peut-être être groupés dans un ordre distinct. Il y a des faits pour et contre cette idée. Prenant les *Anthropoidea*, nous les trouvons divisés en cinq familles: *Hapalidae*, *Cebidae* (Singes du Nouveau Monde), *Cercopitheidae*, *Simiidae* (Singes de l'Ancien Monde), et *Hominidae* (Homme). D'après Darwin, les singes de l'Ancien Monde sont en quelque mesure plus étroitement reliés aux *Hominidae* que ceux du Nouveau Monde. Et c'est un fait frappant, mis en lumière par les essais que j'ai faits, que les singes du Nouveau Monde donnent une réaction moins marquée avec l'anti-sérum pour le sang humain que

les singes de l'Ancien Monde. D'un autre côté, l'épreuve a donné un résultat négatif, quand elle a été appliquée au sang de deux espèces de Lémuriens *L. xanthomystax*, *L. Rulifrons*.

Voici les dix-huit sangs de singes essayés : Hapalidés (*Haple pygmaea*, *Midas ardipus*), Cebidés (*Myrcetes seniculus*, *Levaria rubicunda*, *Cebus albifrons*), Cercopithécidés (*Macacus assamiensis*, *M. cynomolgus*, *M. rhesus*, *M. ocreatus*, *Cercopithecus Campbelli*, *C. patas*, *C. diana*, *C. Lalandi*, *C. melogenys*, *C. callitricha*, *Semnopithecus cutellus*), Simidés (le Chimpanzé, *Anthropopithecus troglodytes*, et l'Orang-Outang, *Simia satyrus*).

Tous ces sangs ont réagi avec l'antisérum pour le sang humain : les sangs des singes du Nouveau Monde peu, et les sangs des Hapalidés le moins de tous. J'essaie en ce moment d'estimer quantitativement les différences dans le degré de réaction obtenu.

Quand j'ai fait des expériences avec l'antisérum pour le sang de chien, les seuls sangs, à part celui du chien domestique, qui réagirent, furent ceux d'autres *Canidae* (*C. aureus*, *C. mesomelas*, *C. procyonides*, *C. cerdo*). D'une façon analogue, l'antisérum pour le sang de cheval a donné seulement une réaction avec le sang du cheval et de l'âne.

Les antisérums pour le sang de bœuf et de mouton ont donné des réactions, lesquelles indiquent l'existence d'une « parenté sanguine » entre certains des vrais Ruminants. Tandis que l'antisérum pour le sang de bœuf agit puissamment sur le sang d'un bœuf et d'autres membres de la race bovine, il produit aussi des réactions, mais à un degré moindre, avec les sangs de plusieurs espèces de la race ovine (mouton et chèvre) avec le sang de plusieurs espèces de daïms, d'antilope et de gnou. L'antisérum pour le sang de mouton a donné avec le sang de chèvre une réaction presque aussi puissante qu'avec le sang de différentes espèces de mouton; et il a aussi produit des réactions moindres avec les sangs des autres Ruminants ci-dessus mentionnés. Les expériences précédentes, qui ont été exécutées sur une grande échelle, indiquent avec certitude que nous possédons dans cette épreuve une aide des plus précieuses pour l'étude de la classification des animaux. Je m'occupe en ce moment de produire de l'antisérum pour le sang de singe, un sujet éminemment pratique. Mais, comme dans le cas de l'antisérum pour le sang de bœuf, qui agit puissamment sur le sang de bœuf et faiblement sur le sang de mouton, et *vice versa*, nous serons capables au moyen de l'antisérum pour le sang humain et de l'antisérum pour le sang de singe de différencier le sang de l'homme et du singe d'une façon concluante. Ce fait n'aurait guère d'application pratique dans ce pays, mais cela peut être un sujet de grande importance au point de vue médico-légal dans les pays où il y a des singes. Ainsi j'ai reçu récemment une lettre de M. E.-H. Hankin, d'Agra, me disant qu'un cas s'était présenté à lui, dans lequel il apparaissait essentiel de faire une épreuve pour déterminer si certaines taches de sang étaient faites par le sang humain ou de singe. Dans de tels cas, il serait nécessaire de préparer un antisérum pour le genre ou l'espèce de singes dominant dans la contrée.

Plus l'antisérum obtenu est puissant, plus grande est sa sphère d'action sur les sangs des espèces voisines. Par exemple, un faible antisérum pour le sang humain n'a produit aucune réaction avec le sang des Hapalidés, tandis qu'un puissant antisérum produisit une réaction et prouva ce que je me permets d'appeler la « parenté sanguine », à défaut d'une meilleure expression.

En ce qui concerne l'antisérum pour le sang humain, je puis dire que je l'ai produit avec succès dans des lapins, par des injections d'exsudat pleurétique humain conservé dans une bouteille avec du chloroforme, pendant cinq à six mois.

D'une façon analogue, du vieux sérum antidiphthérique de cheval, conservé pendant deux ans et sept

mois dans le laboratoire, au moyen de tricrésol, donna aussi un antisérum pour le sang de cheval.

L'antisérum produit dans ces cas était plus faible que celui qui est produit par des injections de sérum frais. Des dissolutions de ces vieux liquides conservés ont donné les réactions caractéristiques avec leur antisérum homologue. J'ai aussi trouvé que les antisérums peuvent être conservés pendant des mois dans du chloroforme, quoiqu'il n'y ait pas de doute qu'ils perdent de leur force. De l'antisérum qui avait été conservé pendant plus de sept mois dans des tubes capillaires scellés avait encore de l'efficacité, quoique moins puissant.

Grâce à l'amabilité de M. Frank E. Beddard, F. R. S., professeur de la Société des Jardins zoologiques, et à de nombreux amis qui m'ont généreusement aidé en m'envoyant des spécimens de sangs des différentes parties du monde, j'ai pu à peu près réunir ensemble un matériel considérable pour l'étude. Chaque fois qu'il a été possible, les sérums liquides m'ont été envoyés conservés dans du chloroforme. Les sérums desséchés, d'un autre côté, sont envoyés sur des feuilles de papier à filtrer pur, sur lequel les dates appropriées sont notées au crayon.

Les résultats de l'investigation montrent la nécessité qu'il y a à ne pas limiter le travail aux Vertébrés seuls, et beaucoup de questions naturellement en suggèrent d'autres, dont la solution peut être obtenue au moyen d'une épreuve biologique. La supposition semble justifiée que nous serons capables, par exemple, dans une date future, de déterminer les différences chimiques dans le sang des différentes races d'homme. Nous n'avons plus besoin de nous baser seulement sur les caractères morphologiques pour différencier les espèces.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Novembre 1901.

M. W. Cassie décrit une nouvelle forme de spectroscopie à bras fixe et à transmission multiple. — Le même auteur présente ensuite un mémoire sur la mesure du module d'Young. L'appareil employé consiste en une aiguille horizontale (un barreau à grand moment d'inertie) supportée par une suspension bilatérale constituée par le fil dont le module de tension est à déterminer. On observe les périodes des oscillations de tangage, de roulis et bilatérales de ce système, et on obtient une expression pour le module de tension qui ne contient d'autres mesures que le poids de l'aiguille et les périodes d'oscillation. Le dispositif nécessaire et le moyen d'éliminer les erreurs résiduelles sont décrits pour deux formes d'appareils. L'une d'elles ne demande qu'une simple moyenne de mesures statiques; on pend un petit poids à l'aiguille à des distances mesurées du centre, on calcule la différence des tensions produites dans les fils et on observe avec un miroir et une échelle l'inclinaison de l'aiguille qui en résulte. — M. P. Chappuis envoie la seconde partie de son mémoire sur la thermométrie des gaz. MM. Holborn et Day ont publié récemment, dans un travail sur le thermomètre à air, les résultats d'une nouvelle détermination de la dilatation de la porcelaine de Berlin entre 0° et 1.000°. L'auteur avait déjà attiré l'attention sur le fait qu'une partie de la divergence trouvée entre les mesures de Callendar et Griffiths et celles de Harker et lui-même pour le point de fusion du soufre peut être attribuée à l'indécision des valeurs admises pour la dilatation de la porcelaine. L'auteur examine donc comment ces résultats sont modifiés par l'introduction de la valeur de la dilatation trouvée par MM. Holborn et Day. Le point d'ébullition du soufre est abaissé de 445°, 2 à 444°, 7, résultat qui se rapproche beaucoup de celui de Callendar et Griffiths. M. Chappuis a recalculé d'autre part la différence entre l'échelle d'azote non corrigée et l'échelle théorique; la différence entre les valeurs actuelles et celles données précédemment est trop faible pour avoir une importance

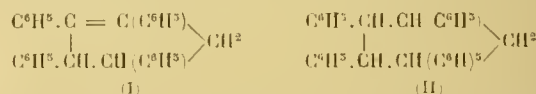
pratique. M. H.-L. Callendar explique sa satisfaction de voir que l'application de la correction de MM. Holborn et Day aux résultats de M. Chappuis donne, pour le point d'ébullition du soufre, une valeur (444°, 7) si proche de celle (444°, 5) qu'il a donnée en 1890 avec M. Griffiths. La concordance est encore plus grande qu'elle ne le paraît, car la différence restante de 2/10 de degré s'explique par la différence d'échelle des thermomètres à pression constante et à volume constant, d'après la théorie de Joule et Thomson. M. Chappuis n'a pas rappelé dans sa note les travaux de Bedford sur la dilatation de la porcelaine de Bayeux. Une comparaison des résultats montre que ceux de Bedford s'accordent bien avec ceux d'Holborn et Day de 200° à 600°; mais les deux diffèrent de ceux de M. Chappuis entre 0° et 80° quand on fait l'extrapolation; il est possible que la dilatation de la porcelaine entre 0° et 100° soit anormale.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

MM. R. Meldola et J.-V. Eyre communiquent de nouvelles recherches sur la dinitro-*o*-anisidine. Dans la diazotation de celle-ci par l'acide nitreux, il suffit d'une petite quantité de ce dernier pour amorcer la réaction; le groupe nitré éliminé dans la réaction continue le processus de la diazotation. — M. J. Mac Crae a préparé le tartrate d'éthyle et d'octyle secondaire, et ses dérivés diacétylique et dibenzoïque. La rotation moléculaire est semblable à celle des tartrates diéthyliques correspondants. Ce fait vérifie la loi de Gaye d'après laquelle, lorsque la substitution a lieu en un point suffisamment éloigné du C asymétrique, la rotation varie peu. — M. A. Mac Kenzie a constaté que l'éthérisation de l'acide 3-nitrophthalique ne suit pas la loi de Meyer. Il se forme les éthers acides isomères α et β , et dans certains cas l'éther neutre. — MM. F.-G. Pope et J.-M. Hird ont préparé la 3-nitrotolyl-4-hydrazine et un certain nombre de ses dérivés. — M. T.-A. Henry a déterminé les constituants de la résine de sandaraque, exsudée par le *Callitris quadrivalvis* ou le *C. verrucosa*. Les deux variétés sont constituées par un mélange d'acides résineux et de terpènes, séparables par distillation à la vapeur. Parmi les terpènes, on a isolé le *d*-pinène et un diterpène, bouillant à 265°, saturé; l'un des acides résineux a la formule $C^{20}H^{30}O^2$, F. 171°, et ressemble à l'acide *d*-pimarique de Vesterberg, mais il est inactif. Réduit par III, il donne un diterpène, $C^{20}H^{32}$; par oxydation, il fournit de l'acide acétique et probablement de l'acide trimellitique. Le second acide a vraisemblablement la formule $C^{20}H^{30}O^3$; il est appelé acide callitrolique; chauffé dans le vide, il se décompose en CO^2 et un diterpène identique à celui qui existe dans la résine. — MM. S. Ruhemann et E. Wragg ont poursuivi l'étude de l'action des phénols sur le chlorofumarate et le phénylpropionate d'éthyle. Avec l'eugénol, on obtient l'eugénoxyfumarate d'éthyle, qui n'a pu être condensé en dérivé de la pyrone. Avec le *m*-xylénol, on obtient le *m*-xylénoxyfumarate d'éthyle, dont on peut préparer la 6 : 8-diméthyl-1 : 4-benzopyrone, F. 80°-81°, et le β -*m*-xylénoxy-cinnamate d'éthyle, qui donne le *m*-xylénoxystyrène. L'acide crotonique ne peut jouer le rôle des acides fumarique ou propiologique pour l'obtention de produits de condensation cycliques. — MM. J. Walker et J.-S. Lumsden, en faisant réagir HBr sur l'acide undécylénique, ont obtenu l'acide ω -bromoundécyléique $CH^{11}Br$. (CH^{10} °, CO^2H , F. 51°. — Les mêmes auteurs ont préparé l'acide normal-décane-dicarboxylique par l'électrolyse de l'acide pimélique. — M. D.-R. Boyd a étudié l'ac-

tion du tri- et du pentachlorure de phosphore sur l'éther symétrique du diphenylglycérol et certains composés analogues. — MM. A. Harden et S. Rowland ont étudié l'autofermentation et la liquéfaction de la levure pressée. L'élévation de la température diminue le temps nécessaire à la liquéfaction de la levure, et augmente la quantité de CO^2 dégagée. De l'alcool se produit en même temps, et le phénomène apparaît comme une simple fermentation alcoolique du glycogène de la cellule. L'examen microscopique confirme ces conclusions. En présence d'oxygène, l'autofermentation s'accompagne de phénomènes d'oxydation; la quantité de CO^2 et la chaleur dégagées augmentent notablement. — MM. C.-H. Burgess et D.-L. Chapman ont examiné les corps décrits par Michaelis et Pitsch, puis Michaelis et von Arend, comme sous-oxydes de phosphore, et y ont trouvé une grande quantité d'hydrogène. Ils considèrent ces corps comme du phosphore amorphe rouge souillé de composés hydrogénés. — MM. G.-T. Beilby et G.-G. Henderson ont étudié l'action de l'ammoniaque sur le platine, l'or, l'argent, le cuivre, le fer, le nickel et le cobalt à des températures allant de 400° à 900°. Dans chaque cas, l'effet physique de ce traitement a été la désintégration complète du métal, et la décomposition d'une grande partie spongieuse comme s'il avait été soumis au refroidissement en état d'effervescence active. Les auteurs attribuent ces effets à la formation et à la dissociation d'azotures métalliques. — MM. G.-G. Henderson et R.-H. Corstorphine, en condensant le benzyle avec la dibenzylcétone en présence de KOH, ont obtenu la tétraphénylcyclopenténolone, F. 208°. Oxydée avec précaution, elle fournit de l'acide benzoïque et un composé $C^{22}H^{28}O^4$, qui est peut-être l'isobenzyle. Réduite par III et le phosphore rouge, elle donne le tétraphénylcyclopenténol, F. 162°. Ce dernier, soumis à une nouvelle réduction, fournit un mélange de deux hydrocarbures, $C^{20}H^{24}$ et $C^{22}H^{26}$, qui sont le 1 : 2 : 4 : 3-tétraphénylcyclopentène (I) et le 1 : 2 : 4 : 5-tétraphénylcyclopentane (II) :



— M. W.-H. Hurlley a préparé les douze chlorodibromo- et dichlorobromobenzènes prévus par la théorie. Les composés asymétriques ont été préparés des anilines dihalogénées en remplaçant un groupe aminé par le chlore ou le brome, suivant la méthode de Gattermann, ou en éliminant le groupe aminé des anilines trihalogénées asymétriques. Les composés symétriques et vicinaux ont été obtenus des anilines trihalogénées symétriques ou vicinales en éliminant également le groupe aminé. Tous les trichlorobromobenzènes sont solides; les vicinaux cristallisent en tables rhombiques, les symétriques en longs prismes, et les asymétriques en petits prismes courts. Tous sont très solubles dans le benzène, l'éther, le chloroforme, moins dans l'alcool.

Séance du 31 Octobre 1901.

M. Armstrong fait une conférence sur le professeur Frankland, ancien président de la Société.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale: des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

L'étoile temporaire de Persée. — MM. Flammarion et Antoniadi ont fait, à l'Observatoire de Juvisy, une observation fort intéressante, qui n'a pas tardé à susciter une discussion très instructive : il s'agit d'une photographie de la Nova de Persée, obtenue avec la pose relativement courte de 30^m. Or, au lieu de présenter un petit disque lumineux, entouré de rayons et d'une légère nébulosité, — comme dans le cas ordinaire, — l'image offre un aspect *sui generis*, que l'on peut comparer à celui d'une tache solaire résultant d'une courte exposition : noyau noir, entouré d'une pénombre de même largeur et très foncée, à contour net, mais irrégulier, et portant le diamètre apparent de l'astre à 2' environ. Le fait n'était pas accidentel ; il fut vérifié ; puis, avec une pose de 3^h20^m, la plaque mit en évidence une deuxième auréole nébuleuse, laissant voir à son travers d'autres étoiles, et portant à 6' le diamètre total de l'image.

Ces circonstances exceptionnelles, propres à la Nova de Persée, vont puissamment servir à l'histoire de la transformation des étoiles temporaires — et peut-être aussi des étoiles variables.

La grandeur visuelle de l'étoile était alors de 6,5 et bien inférieure à sa grandeur photographique, contrairement à ce qui s'était précédemment présenté ; de même, l'ancienne coloration orangée rougeâtre avait fait place à une teinte blanc violacé, ce qui importe vivement au point de vue de la lumière émise, c'est-à-dire des transformations physiques subies par l'astre. D'ailleurs, les observations faites à Lick ont montré que cette nouvelle étoile nous envoie, depuis quelque temps, les radiations caractéristiques des nébuleuses planétaires, ce qui rapproche la Nova des nombreuses étoiles temporaires qui ont évolué en nébuleuses.

Cependant le contour de cette nébulosité offre la même forme optique que l'image d'une étoile quelconque ; son contour est net, son éclat sensiblement uniforme, contrairement à la luminosité dégradée et aux bords indécis d'une nébuleuse ordinaire. De plus, un choc ou une explosion auraient-ils pu procurer si rapidement un développement aussi considérable ? Tout cela a conduit MM. Flammarion et Antoniadi à

penser que la nébulosité n'était pas objective, mais que « l'action actinique de l'étoile temporaire de Persée sur la couche sensible était tout à fait différente de celle des autres étoiles. » Cette observation doit être rapprochée de celle qu'avait déjà faite M. Ellis, de Greenwich : cet astronome avait remarqué que l'image de la Nova de Persée était moins nette que celle des autres étoiles.

Ainsi, si cet astre présente des radiations lumineuses différentes de celles des étoiles normales, peut-être d'une plus grande réfrangibilité, il faudra rechercher la cause de cette singularité dans l'objectif lui-même, non corrigé par les radiations particulières à la Nova.

Les expériences furent immédiatement reprises à Heidelberg par le Dr Max Wolf, en variant les conditions de pose, en obturant l'objectif par une demi-lune, ce qui conduisit à une nébulosité semi-circulaire, etc. ; le phénomène fut bien vérifié et, puisque aucune autre étoile, même des plus brillantes, ne possède cette auréole, il paraît évident à l'auteur que la Nova doit rayonner une lumière particulièrement intense, une sorte de lumière d'une nature spéciale, pour laquelle l'objectif n'est pas corrigé, et pour laquelle le cercle de dispersion possède effectivement un diamètre d'environ 6'.

Et, en effet, l'œil est surtout impressionnable par le bleu, l'indigo et le violet, et, en même temps, la plaque au bromure d'argent a son maximum de sensibilité pour ces radiations ; de plus, les radiations ultra-violettes sont fort atténuées par l'absorption atmosphérique, de sorte que les objectifs se trouvent suffisamment achromatisés. Mais il s'en faut, par exemple pour l'étincelle électrique et quelques métaux, que certains objets n'émettent pas des radiations fort différentes, et c'est presque toujours dans le violet que sont les radiations les plus intenses. Dans ces conditions, le foyer violet, ou ultra-violet, peut se trouver fort en arrière de la plaque et y déterminer une trace circulaire ; il serait alors préférable d'opérer avec un miroir, et non un objectif, encore que l'argent ait le grand défaut de devenir transparent pour les radiations ultra-violettes. M. Cornu préconise cette expérience : elle fut réalisée par Roberts, qui montre que les réflecteurs ne fournissent pas l'auréole singulière.

Au reste, cette nouvelle étoile de Persée paraît nettement se transformer en nébuleuse : M^{me} Fleming put établir à ce sujet d'intéressantes comparaisons. M. Deslandres est le premier qui ait observé dans son spectre la raie verte caractéristique des nébuleuses. Ainsi, l'auréole n'est pas dépendante de l'étoile; elle correspond à une radiation ultra-violette intense, comme cela résulte bien encore des travaux de Wolf et de Gothard. Ce dernier observateur a également trouvé, dans le spectre de la Nova, une raie ultra-violette, commune chez les nébuleuses.

La question n'est pas définitivement élucidée, et, cependant, l'observation de MM. Flammarion et Antoniadi a, du moins, prouvé que cette étoile est tout exceptionnelle, et, puisqu'elle est en état de rapide transformation, l'étude continue et soignée de l'astre ne saurait être que du plus haut intérêt pour la cosmogonie ou la constitution stellaire.

Observation des étoiles filantes. — La Société Astronomique de France a entrepris, depuis longtemps, l'observation systématique des étoiles filantes et ne cesse d'accumuler des documents à cet égard; il est juste de dire que, en dehors de tous les membres actifs de la Société, l'Observatoire de Juvisy a pris une part active dans ce programme : les principaux observateurs sont, dernièrement, MM. Antoniadi, Blum, Senouque, Touchet et Chrétien.

Ayant relevé cette année un grand nombre d'observations, il fallait déterminer les pôles des trajectoires, calcul assez long au point de vue rigoureux, mais que l'on peut réaliser d'une manière suffisante par un procédé graphique; après quoi, il faut grouper ces pôles sur un ou plusieurs grands cercles dont les pôles seront précisément les radiants ou anti-radiants des météores. M. Tarry a pu signaler de la sorte un nouveau radiant dans Cassiopée; et un radiant peu actif a été relevé dans Pégase.

Des observations furent faites simultanément à Juvisy et à la Croix-de-Berny; 16 % des météores observés purent être sûrement identifiés et, de cette façon, on pouvait déterminer les coordonnées, les hauteurs des points d'apparition et de disparition, ainsi que la longueur des trajectoires. Les résultats sont assez intéressants, sans sortir cependant des données déjà connues : les hauteurs de disparition sont inférieures aux hauteurs d'apparition. Cependant, quelques-uns des résultats sont assez singuliers : un météore est apparu à 15 kilomètres de hauteur, pour disparaître à 13 kilomètres, après une trajectoire très courte; cette hauteur d'apparition est très faible, beaucoup plus que d'habitude et, en outre, ce météore fut véritablement très éphémère. Celui qui apparut le plus haut était à 119 kilomètres, hauteur fréquente. Enfin, l'un d'eux eut une fort belle trajectoire de 84 kilomètres : il apparut à 75 kilomètres de hauteur, pour disparaître à 14 kilomètres. C'est là une chute considérable sur la Terre.

Il n'y a qu'à souhaiter que l'on continue d'une manière systématique des observations intéressantes, qui doivent être très nombreuses pour porter des fruits réels, — et en féliciter l'initiative privée.

§ 2. — Physique

La loi de la distribution régulière des éléments magnétiques en France. — Depuis plusieurs années, M. E. Mathias, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse, s'est livré à une étude détaillée de la distribution du magnétisme dans la région toulousaine, et il est arrivé, par l'examen de nombreuses observations, à l'intéressant résultat que voici : Les différences entre les éléments magnétiques (composante horizontale, déclinaison, inclinaison) d'un endroit X de la région de Toulouse et les éléments correspondants déterminés à l'Observatoire de Toulouse sont exclusivement fonction des différences de longitude et de latitude géographiques de l'endroit X et de

l'Observatoire de Toulouse. Si l'on désigne par (Δ long.) et (Δ lat.) ces différences, la différence (X-Toulouse) sera représentée par une relation de la forme :

$$x(\Delta \text{ long.}) + y(\Delta \text{ lat.}),$$

x et y étant des constantes numériques convenables.

Ce résultat, déjà si important, a été généralisé encore par M. Mathias, qui a reconnu, tout au moins en ce qui concerne la composante horizontale du magnétisme, que la formule linéaire valable pour la région toulousaine s'applique à toute la France et permet de retrouver, avec des différences inférieures aux erreurs d'observation, la plupart des nombres que M. Moureaux a donnés dans son « Réseau magnétique de la France au 1^{er} janvier 1896 » (les anomalies exceptées, bien entendu).

Pour les deux autres éléments, M. Mathias a été moins heureux, en ce sens que les formules linéaires de la région toulousaine ont dû être remplacées par des formules du second degré à cinq ou six termes, de la forme :

$$x + y(\Delta \text{ long.}) + z(\Delta \text{ lat.}) \pm u(\Delta \text{ long.})^2 \pm v(\Delta \text{ long.})(\Delta \text{ lat.}) - t(\Delta \text{ lat.})^2.$$

Toutefois, les formules ainsi obtenues sont valables non seulement pour toute la France continentale, mais aussi pour la Corse.

Déviations magnétiques provoquées par les rayons cathodiques. — Dans l'étude magistrale qu'il vient de consacrer aux problèmes que soulèvent les expériences de M. Crémieu, rapprochées du résultat classique de Rowland, M. Poincaré¹ a fait une rapide allusion aux actions magnétiques que peuvent exercer les rayons cathodiques. Ces actions avaient été niées par Hertz, qui avait exploré, à l'aide d'une aiguille suspendue à un fil, le champ magnétique au-dessus d'un tube plat, à l'intérieur duquel le courant pouvait être dirigé entre des électrodes diversement placées. Il trouva ainsi que le champ est tel qu'on peut le déduire de la position respective des électrodes, et que les rayons cathodiques rectilignes sont sans action appréciable.

Jusqu'à ces derniers temps, et tout en admettant la théorie fondée sur l'expérience de Rowland, on avait cherché à expliquer, comme un pis-aller, le résultat négatif de Hertz par le peu d'intensité du champ produit par les rayons.

L'expérience vient d'être reprise par M. de Geitler, qui, pour soustraire l'aiguille à l'action compensatrice de l'afflux cathodique, c'est-à-dire du courant de retour partant des points frappés par les rayons, a eu l'heureuse idée de la placer à l'intérieur du flux cathodique lui-même. Un tube de Crookes, de 60 centimètres de longueur et de 4 centimètres de diamètre, est muni, à chaque extrémité, d'une électrode plane, perpendiculaire à l'axe du tube, et de deux petites électrodes soudées dans des tubulures latérales. L'aimant, de 11 millimètres de longueur, est suspendu à un tube vertical, en laiton mastiqué au tube de Crookes, supprimant les actions électrostatiques, et susceptible d'être déplacé de manière à amener l'aiguille à des distances diverses de son axe.

Les expériences ont été faites en prenant comme cathode l'une des électrodes planes des extrémités, et, comme anode, soit l'autre électrode plane, soit les fils voisins de la cathode. Dans toutes les expériences pour lesquelles on avait placé l'aiguille à une faible distance de l'axe, elle éprouvait une déviation bien nette, dans le sens indiqué par la théorie de Crookes, et d'un ordre de grandeur comparable à ce qu'aurait donné un courant équivalent au flux total d'électricité parcourant le tube. Lorsque, au contraire, l'aiguille était éloignée de

¹ H. POINCARÉ : A propos des expériences de M. Crémieu. *Revue générale des Sciences* du 30 novembre 1901, t. XII, pages 994 et suivantes.

l'axe, l'effet s'atténue de plus en plus, pour s'annuler quand elle se trouvait complètement en dehors de l'afflux cathodique.

Cette expérience semble donc démontrer la réciprocité de l'action du champ magnétique et des rayons cathodiques, et fait disparaître définitivement la contradiction que l'expérience de Hertz avait laissée en quelque sorte inexplicable.

Propriétés électriques des alliages de cuivre et de cobalt. — Le nickel et le cobalt présentent de si parfaites analogies chimiques qu'il est particulièrement intéressant d'examiner comparativement leurs propriétés physiques, soit à l'état isolé, soit en combinaison avec d'autres métaux.

On connaît bien, et on utilise, depuis quelques années, les propriétés singulières des alliages de nickel et de cuivre dont la résistivité électrique passe, vers 40 % de nickel, par un maximum élevé, avec un coefficient de variation sensiblement nul.

M. Reichardt vient de rechercher si les alliages de cuivre et de cobalt suivent des lois analogues. Ces alliages, d'une préparation difficile, étaient, pour la plupart, durs et cassants, surtout dans les hautes teneurs en cobalt. Ces derniers montraient, même, à l'œil nu, des grains séparés, rouges ou gris, témoignant du peu d'homogénéité de l'alliage. Ils présentaient aussi de nombreuses fissures, et il fut impossible de les étirer à la filière. Les alliages pauvres en cobalt étaient plus homogènes, et susceptibles, bien qu'avec beaucoup de peine, d'être mis sous la forme de fils.

Partant du cuivre, la courbe de la résistivité monte d'abord très rapidement, atteignant le sextuple de l'ordonnée au départ, pour une teneur de 3 % en cobalt; puis, l'ascension se produit plus lentement, avec une inflexion vers 40 %, et une brusque montée après 80 %, le point extrême, correspondant au cobalt pur, étant atteint par une courbe descendante. Il ne faut pas oublier, toutefois, que les défauts d'homogénéité, les fissures et les piqûres de l'alliage ont pu augmenter considérablement les résistivités trouvées.

Le coefficient de variation baisse rapidement, pour atteindre 0,00077 à 3 % de cobalt, puis monte lentement jusque vers 90 %, où il est égal à 0,00167; enfin, s'élève brusquement au coefficient du cobalt.

Le pouvoir thermo-électrique en connexion avec le cuivre s'élève très rapidement pour les plus faibles traces de cobalt, et passe, vers 3 %, par un maximum égal à 32 microvolts environ par degré, c'est-à-dire de 1,5 environ au-dessous du constantan, très employé depuis quelques années comme l'un des éléments des couples thermo-électriques. Comme cet alliage est beaucoup moins résistant et plus réfractaire que le constantan, il pourrait sans doute rendre quelques services dans l'emploi des couples pour la mesure des températures, ou pour la production du courant électrique.

§ 3. — Métallurgie

Fondation Andrew Carnegie. — M. Andrew Carnegie, l'éminent vice-président de l'*Iron and Steel Institute*, vient de faire don à cette Société des fonds nécessaires pour que, tous les ans, son Conseil puisse distribuer une ou plusieurs bourses en vue de perfectionner la métallurgie du fer et de l'acier.

Les candidats sont admis sans aucune distinction soit de sexe, soit de nationalité. Ils devront être âgés de moins de trente-cinq ans; leur demande devra être adressée, sur bulletin spécial, au Secrétaire de l'Institut, avant la fin du mois de mars 1902.

Le but de ces bourses est de permettre aux étudiants qui ont terminé les études préparatoires ou qui ont fait un stage dans des établissements industriels, de se livrer à des recherches sur la métallurgie du fer et de l'acier et sujets s'y rapportant, en vue d'aider au progrès de cette métallurgie et à l'application industrielle qu'il comporte. Il n'est apporté aucune restriction en ce

qui concerne l'établissement où les recherches se poursuivront : université, école ou usine, pourvu que cet établissement soit organisé et outillé de façon à permettre les recherches métallurgiques.

La bourse sera attribuée pour une année; mais le Conseil pourra, à sa discrétion, la renouveler s'il le juge bon, au lieu d'en faire une attribution nouvelle. Le résultat des recherches sera communiqué, sous forme de Mémoire, à l'*Iron and Steel Institute* et sera soumis à l'Assemblée générale annuelle des membres. Dans le cas où le Conseil jugerait que le Mémoire est d'un mérite suffisant, la médaille d'or Andrew Carnegie sera attribuée à l'auteur. La médaille ne sera pas décernée si, dans une année quelconque, le Mémoire n'en justifie pas l'attribution.

§ 4. — Chimie

Altération des métaux sous l'influence des gaz. — MM. Beilby et Henderson, désireux, dans un but industriel, de faire passer du gaz ammoniac dans des tubes métalliques portés au rouge, furent fort gênés par la désagrégation bien connue que subit le métal, qui devient friable et fragile au point que le tube n'est plus capable de supporter son propre poids. Ils furent amenés à étudier de près cette action, et, dans une communication qu'ils viennent de faire à la Société Chimique de Londres¹, ils mettent au point une théorie du phénomène, déjà fort ancienne puisque Ampère en indiqua le principe, mais qui acquiert un intérêt tout spécial à cette époque où les phénomènes de catalyse et les actions de contact préoccupent un grand nombre de chimistes.

Rappelons d'abord les faits : un métal, soumis à l'action d'un rapide courant de gaz ammoniac dans un tube de porcelaine vernissée chauffé à une température inférieure au point de fusion du métal, subit les modifications suivantes : son volume s'accroît, sa texture devient spongieuse, poreuse, semblable à celle d'un corps fondu dont la masse a été traversée par de nombreuses bulles de gaz. L'aspect même de la masse indique sans ambiguïté qu'elle a passé par l'état liquide, ou, au moins, par un état de semi-fluidité; en effet, au microscope, le métal semble formé de particules grossièrement sphéroïdales, et des fils de métaux différents, soumis ensemble à l'expérience, sont retrouvés soudés.

Quant au gaz ammoniac, qui supporte, cependant, sans décomposition la température de 850°, il est toujours décomposé en présence des métaux, quoique la température varie entre 400° et 800° : le gaz sortant est à peu près formé de 1 volume d'azote pour 3 volumes d'hydrogène. Malgré cette composition, il est bien certain, d'après l'aspect ci-dessus décrit, qu'il a dû se former une combinaison chimique plus fusible que le métal lui-même.

MM. Beilby et Henderson, répétant une expérience déjà faite en 1829 par Despretz², ont pu, en effet, établir que, dans des circonstances convenables, le gaz ammoniac donne avec le métal un azoture : la transformation du métal en azoture n'est à peu près complète que pour le fer, qui devient l'azoture Fe⁴Az², et encore ce composé ne se produit-il que dans des conditions assez limitées : il faut, avant tout, un très grand excès d'ammoniac, et, de plus, une température favorable, variable avec l'état d'agrégation du métal³. Cet azoture est très facilement décomposé dans un courant d'hydrogène, ce

¹ *Journ. Chem. Soc.*, t. LXXIX, p. 1245; Nov. 1902.

² *Ann. Chim. Phys.*, 2, t. XLII, p. 422.

³ Despretz, qui indique aussi (*loc. cit.*) la formation d'un azoture, ne se plaçait vraisemblablement pas dans les meilleures conditions pour avoir une transformation complète, puisqu'il trouve que le poids du fer augmente en moyenne de 7,7 %, alors que MM. Beilby et Henderson ont trouvé 10,59 % et que la formule Fe⁴Az² correspond à 11,13 %.

Il est curieux de rappeler que, dans ce Mémoire, Despretz se demande si l'azote et l'hydrogène ne sont pas des composés oxygénés !

qui explique la nécessité de l'excès d'ammoniac.

Si, pour d'autres métaux que le fer (cobalt, nickel, cuivre, argent, or, platine, aluminium, laiton...), on n'a constaté qu'une formation incomplète ou même nulle d'azoture¹, il est permis de supposer qu'on a opéré hors des conditions de stabilité d'un tel composé. En tout cas, on a toujours observé la désagrégation du métal, que les auteurs, se basant sur les faits expérimentaux précédents, expliquent de la manière suivante :

L'ammoniac attaque la surface du métal en donnant un azoture, stable à cause de la présence de gaz ammoniac, en excès par rapport à l'hydrogène résultant de la décomposition; cet azoture, fusible, pénètre dans le métal, et l'attaque tend à se faire dans une région moins superficielle, où l'ammoniac est plus rare, et l'hydrogène plus abondant, si bien qu'à une certaine profondeur l'azoture sera décomposé aussitôt que formé. Les gaz résultant de la décomposition se dégagent à travers l'azoture fluide et produisent la texture bulleuse ci-dessus décrite.

Sans vouloir établir un lien entre deux études nettement différentes, on ne peut s'empêcher de songer, à propos de ces expériences et de cette théorie, aux Mémoires que M. Berthelot a publiés récemment² sur les origines de la combinaison chimique. Ce savant a constaté qu'en chauffant en tube scellé de l'argent avec de l'oxygène, on obtient une petite quantité d'oxyde d'argent, variable avec la température, mais toujours faible, tandis que le métal est remarquablement modifié: sa surface prend un aspect filamenteux, « lanugineux », qui dénote une profonde désagrégation.

Pour expliquer ce phénomène, M. Berthelot fait intervenir la formation et la décomposition ultérieure de l'oxyde d'argent; mais, de plus, rappelant que, dans l'expérience célèbre qui montre que le sulfure de carbone se forme et se décompose dans les mêmes conditions de température, le carbone régénéré est du graphite, alors qu'on est parti du carbone amorphe, il pense que cet aspect particulier de l'argent est celui d'une variété allotropique de ce métal, et il appuie cette opinion sur des mesures thermochimiques. Peut-être pourrait-on étendre cette hypothèse au cas qui nous occupe, et peut-être serait-elle particulièrement facile à contrôler par l'expérience.

Quoi qu'il en soit, l'importance des « équilibres mobiles » dans l'explication des réactions croît de jour en jour. Les expériences que nous venons de rapporter s'expliquent, comme tant d'autres, par la formation, en un point, d'un produit qui se décompose en un point voisin, sous l'influence de variations locales très faibles: variations de température, dans bien des cas; variations de concentration en hydrogène, dans le cas étudié par MM. Beilby et Henderson.

Ajoutons, pour terminer, que ces chimistes ont l'intention d'étendre leurs recherches à l'action des différents gaz sur les métaux, et espèrent étudier les questions de l'occlusion des gaz par les métaux, et de la perméabilité des métaux pour les gaz.

Quelques propriétés curieuses de l'anhydride sulfurique. — L'anhydride sulfurique est un corps relativement commun dans nos laboratoires, et cependant, bien qu'il ait fait l'objet de nombreuses recherches depuis cinquante ans, les savants sont loin d'être d'accord sur l'explication de ses propriétés.

On sait que l'anhydride sulfurique existe sous deux modifications. La plus ordinaire, celle qui se trouve dans le commerce, consiste en une masse solide de petites aiguilles blanches ramifiées, à l'aspect soyeux, ressemblant à de l'amiante. L'autre est constituée par de gros prismes brillants et transparents, qui se séparent par refroidissement du liquide que l'on

obtient par la distillation de l'anhydride dans certaines conditions.

Les propriétés de ces deux modifications diffèrent considérablement. Tandis que la dernière fond déjà à la température des laboratoires (à 18° d'après Marignac¹, à 16° d'après Schultz-Sellack², à 14°,8 d'après R. Weber³), la forme amiantique ne possède pas de point de fusion propre; par échauffement, elle passe directement à l'état gazeux. R. Weber a observé que des traces d'humidité favorisent la formation de la modification fibreuse, tandis qu'en l'absence absolument complète d'eau il a pu conserver sans modification, depuis une dizaine d'années, dans des tubes scellés, la forme liquide à la température ordinaire. Weber suppose donc que la forme amiantique est une combinaison hydratée de l'anhydride, opinion qui est couramment admise. Marignac, cependant, a constaté la transformation de la forme liquide en forme fibreuse dans des conditions où il est impossible que l'humidité intervienne, ce qui lui fait considérer l'opinion de Weber comme « reposant sur une pure hypothèse⁴ ».

Schultz-Sellack a comparé le phénomène à la transformation de l'acide cyanhydrique en acide cyanurique; pour lui, la forme fibreuse est une modification polymère de la forme liquide. Marignac croyait de même à l'existence d'une isomérisation, et W. Ostwald⁵ à celle d'une dimorphie. On voit que les opinions des chimistes diffèrent beaucoup, et qu'il y avait matière à de nouvelles recherches sur une question aussi controversée. M. R. Schenck les a entreprises récemment à l'Université de Marburg, et, en même temps qu'il a mis en lumière des propriétés extrêmement curieuses de l'anhydride sulfurique, il a apporté, à la solution du problème de sa constitution, des faits qui paraissent décisifs⁶.

La forme liquide de l'anhydride sulfurique possède une propriété intéressante, déjà signalée par Buff⁷, puis par Schultz-Sellack: c'est la grandeur anormale de son coefficient de dilatation, égal à environ les deux tiers de celui des gaz, fait excessivement rare parmi les liquides. M. R. Schenck l'a déterminé à nouveau pour divers intervalles de température, et il a obtenu les résultats suivants :

INTERVALLE de température	COEFFICIENT de dilatation
41°,0 à 37°,3	0,0023 (!)
35°,3 à 60°,4	0,0030
60°,4 à 78°,3	0,0031
78°,3 à 80°,3	0,0028
80°,3 à 100°,0	0,0028

Des coefficients de cet ordre n'ont été observés que pour les gaz condensés, et aux environs du point critique. Or, le point critique de l'anhydride sulfurique, déterminé par M. Schenck, est à 216°, c'est-à-dire à une température bien supérieure à celle des déterminations précédentes.

Une autre caractéristique de la dilatation de l'anhydride sulfurique est la suivante: chez les liquides, on observe généralement un accroissement du coefficient de dilatation avec la température; or, ici ce coefficient présente un maximum entre 35° et 78°, puis il diminue jusqu'à 100°. Au-dessus de 100°, il augmente de nouveau, et la dilatation arrive à dépasser de beaucoup celle des gaz aux environs du point critique; mais des mesures exactes n'ont pu être faites, le dilatomètre n'étant pas construit pour les hautes pressions atteintes.

Une autre particularité de l'anhydride sulfurique,

¹ Arch. des Sc. phys. et nat., t. LII, p. 256.

² Poggendorff's Ann., t. CXXIX, p. 480; Ber., t. III, p. 215.

³ Poggendorff's Ann., t. CLIX, p. 313.

⁴ Arch. des Sc. phys. et nat., t. LVIII, p. 228.

⁵ Grundlinien der anorg. Chemie, p. 292.

⁶ Annalen der Chemie, t. CCGXVI, p. 1.

⁷ Annalen der Chemie, suppl., t. IV, p. 151.

¹ Ce qui n'empêche pas la décomposition notable de l'ammoniac, toujours en proportion beaucoup plus grande que ce qui serait nécessaire pour la formation de l'azoture.

² Ann. Chim. Phys., (7), t. XXII, Mars 1901.

c'est qu'il présente, aux environs de 35°, des *actions thermiques retardées*. Les déterminations précédentes ont été faites généralement à température descendante; le dilatomètre était porté d'un bain plus chaud dans un bain plus froid. A 78° et à 60°, l'équilibre est vite atteint; au bout de vingt à vingt-cinq minutes, le volume ne varie plus. Mais à 35°, au bout de *deux heures*, la contraction n'est pas encore terminée. Evidemment, on ne se trouve plus là en présence d'un phénomène purement thermique. Dans le liquide refroidi, il se passe un phénomène chimique produisant une diminution de volume.

Mais, ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que la vitesse de cette réaction est considérablement augmentée par l'addition de traces d'acide sulfurique concentré. Voici quelques chiffres, qui montrent le temps nécessaire pour obtenir une contraction donnée en l'absence et en présence de l'acide sulfurique :

GRANDEUR de la contraction	SANS addition d'acide sulfurique	AVEC acide sulfurique
0,035 cm ³ en	11 minutes.	6 minutes.
0,048 cm ³ en	23 —	9 —
0,058 cm ³ en	53 —	11 —

C'est là un exemple de réaction catalytique pure, comparable à la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge à basse température sous l'influence de petites quantités d'iode. Il semble donc bien que nous sommes en présence d'une polymérisation. Pour élucider la question, M. R. Schenck a procédé à des déterminations de poids moléculaire en utilisant la méthode de Ramsay et Shields, basée sur la valeur du coefficient de température de l'énergie superficielle moléculaire. On sait que ce coefficient *k* a une valeur d'environ 2,12 pour les liquides à molécules simples, et qu'il diminue proportionnellement à la polymérisation. Voici la valeur de ce coefficient pour l'anhydride sulfurique liquide :

INTERVALLES de température	<i>k</i>
47°,5 à 35°,3	1,35
35°,3 à 60°,4	1,62
60°,4 à 78°,3	1,86
78°,3 à 100°,3	2,30

On voit qu'aux basses températures, il existe une polymérisation appréciable; le nombre des molécules polymères diminue avec la température, et, vers 78°, le liquide ne renferme plus que des molécules simples.

Ces faits permettent à M. Schenck d'expliquer ainsi la façon dont se comporte l'anhydride sulfurique liquide. Dans ce dernier, on se trouve en présence d'un équilibre entre des molécules simples et polymères, équilibre dépendant de la température. Le passage d'un état à l'autre est accompagné d'une modification de volume. Aux hautes températures, la vitesse de transformation est rapide; aux basses températures, elle devient très faible, et l'équilibre peut mettre un temps considérable à s'établir, ce qui explique les actions thermiques prolongées. L'addition d'acide sulfurique augmente la vitesse de transformation et permet l'établissement d'un équilibre assez rapide aux basses températures.

On peut aussi considérer l'anhydride sulfurique liquide comme une solution de la forme polymère dans la forme simple. Suivant que la concentration de la première sera plus ou moins grande que sa solubilité, la substance polymère se déposera ou entrera en solution. La limite entre ces deux phénomènes est située entre 25° et 27°. M. Schenck admet que la forme solide polymère est identique avec la modification fibreuse ordinaire de l'anhydride sulfurique. La forme cristallisée prismatique transparente, fondant à 14°,8, est l'anhydride solide non polymérisé¹.

En ce qui concerne l'anhydride liquide préparé par R. Weber, qui est conservé depuis de nombreuses années, et donne toujours, par refroidissement, la forme prismatique, et non la forme fibreuse, il faut se rappeler que, d'après l'auteur lui-même, les moindres traces de catalyseur ont été soigneusement éloignées. La vitesse de transformation de la forme simple dans la forme polymère est donc excessivement faible aux basses températures et le liquide contient fort peu de cette dernière. Il n'en est donc jamais saturé, quel que soit l'abaissement de température, et le refroidissement provoque toujours la cristallisation du solvant sous la forme prismatique, de même qu'une solution saline donne toujours de la glace pure.

§ 3. — Botanique

Influence nocive de traces de cuivre sur la germination des graines. — Les botanistes physiologistes ont obtenu des résultats discordants en cherchant à faire germer les graines dans l'eau distillée : tantôt le développement s'est fait dans l'eau distillée comme dans l'eau de fontaine (contenant des sels en dissolution), tantôt le développement a été retardé et rapidement arrêté, sinon totalement supprimé par l'eau distillée. M. J. Böhm avait conclu de ses recherches sur ce sujet que les graines ne germent pas dans l'eau distillée parce que celle-ci manque d'un élément, indispensable à leur développement, représenté, d'après le botaniste viennois, par les composés calciques.

MM. Delérain et Demoussy, dans une Note fort intéressante qu'ils viennent de publier dans les *Annales Agronomiques*, démontrent l'inexactitude des conclusions de Böhm et donnent l'explication des divergences d'opinion des divers auteurs.

En cherchant à faire germer des graines de lupin blanc ou jaune dans l'eau distillée dont ils disposaient, ils ont vu que le développement de la plante est très rapidement arrêté, et que les racines, notamment, ne s'y forment pas sensiblement. Ils distillent alors leur eau distillée dans un appareil de verre, et recueillent le premier tiers, puis le second tiers, qui passent à la distillation, puis le troisième tiers non distillé restant dans la cornue. En déposant à la surface de l'eau de ces trois fractions des graines de lupin, ils ont vu le développement se faire normalement à la surface de l'eau des deux premiers tiers, mais non à la surface de l'eau restée dans la cornue. L'arrêt de développement dans l'eau distillée primitive tient donc à la présence dans cette eau d'une substance toxique pour la plante, et non à l'absence dans l'eau distillée d'un élément indispensable.

L'analyse chimique ne permet pas de déterminer la nature de cette substance; mais, comme l'eau distillée dont disposaient MM. Delérain et Demoussy avait été préparée au moyen d'un appareil en cuivre, ces botanistes ont recherché si l'arrêt de développement ne devait pas être rapporté à la présence de traces de cuivre dans l'eau distillée. A cet effet, ils placent pendant quelques jours de l'eau distillée dans des vases de verre, d'argent, de plomb et de cuivre, puis introduisent ces eaux dans les tubes à germination et dépo-

Mémoire, sur la formule possible de l'anhydride polymérisé. M. G. Oddo, dans une Note publiée postérieurement dans la *Gazzetta chimica italiana*, t. XXXI, [n], p. 158 et suiv., apporte une contribution nouvelle à ce sujet. Il a déterminé le poids moléculaire des deux formes solides, celle qui cristallise en prismes transparents, et celle qui existe sous forme d'aiguilles soyeuses, par la méthode cryoscopique, en prenant comme dissolvant l'oxychlorure de phosphore. Pour la première, il a obtenu des valeurs variant entre 75,4 et 78,1, qui correspondent à la formule simple S²O⁶. Pour la seconde, il a obtenu des valeurs variant entre 137,5 et 170,05, qui correspondent à une formule double S²O⁶. La forme fibreuse est donc une forme dimère; M. Oddo lui donne le nom d'*anhydride disulfurique*.

¹ M. R. Schenck ne donne aucune indication, dans son

sent les graines de lupin à la surface. Les plantules se développent partout, excepté dans l'eau qui a été en contact avec le cuivre. MM. Dehérain et Demoussy estiment que la quantité de cuivre contenue dans cette eau est certainement inférieure à un dix-millionième. Si l'on ajoute à cette eau cuivreuse des composés calciques, si surtout on dépose du carbonate de chaux à la surface des radicules d'une petite plante en voie de développement, on annihile l'effet toxique du cuivre. Ainsi s'expliquent les résultats de J. Böhm : ce botaniste, pour éviter la présence, dans son eau distillée, de traces de chaux pouvant provenir du verre des récipients, conservait son eau distillée dans un vase de cuivre argenté.

Il convient de rapprocher les faits intéressants que nous venons de signaler des observations de Nägeli, qui a montré que les *spyrogyles* périssent dans l'eau où a séjourné une pièce d'or, et cela par le cuivre de l'alliage des monnaies, car les *spyrogyles* vivent dans une eau où a séjourné de l'or pur; et, surtout, des observations classiques de Raulin, qui a montré que l'*Aspergillus niger* ne se développe pas dans le liquide de Raulin contenu dans les vases d'argent.

On ne saurait trop signaler ces faits, qui montrent la sensibilité infiniment grande des réactifs biologiques; surtout à une époque où tant d'études se poursuivent sur les diastases et les toxines, infiniment petits produisant des actions infiniment grandes. M. A.

§ 6. — Littérature scientifique

A propos de l'apparition de quelques périodiques nouveaux. — Il vient de se fonder successivement, dans l'espace de trois mois, trois nouveaux périodiques consacrés à la publication de travaux dans l'ordre des sciences anatomiques (Anatomie, Histologie, Embryologie). Ces trois périodiques s'appellent :

1° *Petrus Camper* (journal anatomique hollandais);

2° *The American Journal of Anatomy*;

3° *Archivio italiano de Anatomia e di Embriologia*.

Prochainement, doit paraître un quatrième journal, celui-là polonais : les *Archives polonaises de Biologie*. J'ai inscrit, sur le registre déposé à la Bibliothèque universitaire pour les demandes d'achats de livres, les trois périodiques nouveaux en question, et j'y joindrai bientôt le journal polonais qui va paraître, accomplissant ainsi un devoir universitaire, en même temps que contraint par la nécessité, qui m'oblige à ne rien ignorer de ce qui peut se faire dans l'ordre de recherches que je poursuis. Ces trois ou quatre publications nouvelles sont le produit d'un sentiment bien naturel de nationalisme scientifique, et par cela même très excusable. Il n'en est pas moins regrettable de constater que le sentiment nationaliste qui leur a donné naissance a remplacé celui qui aurait dû seul inspirer une procréation nouvelle de périodiques scientifiques, le sentiment de la parfaite adaptation du produit aux besoins généraux. N'était-ce pas assez pour les savants aux abois, obligés de faire face à tout ce qui paraît, de s'exposer à ignorer les nombreux travaux, souvent très intéressants pourtant, enterrés dans les Bulletins de telle Société d'Osnabruck ou de Carpentras? Et le particularisme de clocher va-t-il se compliquer du patriotisme de drapeau? La liste des périodiques anatomiques, et, en général, des journaux scientifiques, doit-elle égaler un jour celle des nationalités et des sous-nationalités distinctes? Nous faudra-t-il, étudiant le pigment de la cellule nerveuse ou les phénomènes de la seg-

mentation de l'œuf, entasser sur notre table de travail après les avoir à grands frais alignés dans notre Bibliothèque universitaire, les trente ou quarante périodiques anatomiques correspondant aux différentes nations où l'Anatomie est cultivée?

Il y a, cependant, un groupement plus utile et plus rationnel des travaux scientifiques et, particulièrement, anatomiques que celui qui consiste à les répartir en catégories américaine, hollandaise, italienne, etc. Et, au lieu d'aller chercher, à grands frais et avec quelles peines, les travaux relatifs à la segmentation de l'œuf dans trente ou quarante périodiques nationaux différents, on serait heureux de les trouver tous dans un journal anatomique spécial, consacré exclusivement à l'étude de cette question particulière et, au besoin, des questions immédiatement connexes. Ce qui rend si longue et si pénible la recherche bibliographique, indispensable cependant à une époque où, pour faire un progrès, il faut s'être assuré qu'on est bien sur la limite du terrain déjà exploré, c'est moins la multiplicité des travaux que leur fâcheuse dissémination et l'absence de tout groupement rationnel. Il est grand temps qu'on se soucie de mettre dans les matériaux scientifiques un ordre scientifique. On voudrait voir se fonder, dans l'ordre anatomique, des journaux spéciaux consacrés l'un à la cellule nerveuse, un autre aux glandes et à la sécrétion, un troisième aux phénomènes de maturation et de fécondation de l'œuf, etc., et donnant chacun, dans un recensement quinquennal, l'état de la Science pour la spécialité du journal. Il appartiendrait au Congrès international des Académies de prendre l'initiative d'une telle réforme, ou tout au moins d'émettre un vœu dans ce sens. Sans qu'il soit d'eux leurs besoin, peut-être, d'un règlement scientifique international, plus difficile encore à faire accepter qu'à édicter, il entrerait bientôt dans les mœurs des savants de limiter leurs recherches bibliographiques aux recueils spéciaux, et l'on se sentirait bien vite autorisé moralement à négliger tout auteur dont le travail n'y figurerait pas ou n'y serait pas représenté par un résumé¹. Il existe déjà, du reste, dans le domaine biologique, quelques périodiques spéciaux, pas encore peut-être assez spécialisés à notre gré. Tels sont : *la Cellule*, journal dont le contenu a d'ailleurs débordé hors des limites de son premier programme; les *Archiv für Entwicklungsmechanik*, la *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*; il y a le *Névraxe*, etc.

On pouvait espérer, après l'apparition de ces journaux spéciaux, une prochaine et complète dénationalisation de la science biologique et de ses produits, et voici que la poussée subite de plusieurs journaux nationaux confondant, sous une couverture commune, tous les résultats, pourvu qu'ils portent l'estampille nationale, recule plus loin encore l'espoir de voir un jour se réaliser le classement purement scientifique des productions scientifiques. Malgré le bon vouloir avec lequel on doit accueillir toute nouvelle publication, il est difficile, cette fois, d'être tout à fait satisfait, parce qu'il est difficile de croire à un véritable progrès.

A. Prenant,

Professeur à l'Université de Nancy.

¹ Les *Jahresberichte*, les *Ergebnisse*, l'*Année biologique* ne remplissent qu'imparfaitement le *desideratum*, puisqu'ils ne nous donnent que des analyses et ne nous livrent les résultats des auteurs que sous le bénéfice de la confiance accordée aux analyseurs.

DU ROLE DES PRÉOCCUPATIONS INDUSTRIELLES DANS LES PROGRÈS DE LA SCIENCE PURE

Dans un article précédent de cette même *Revue*¹, j'ai étudié l'influence de l'enseignement des Sciences pures sur les progrès de l'Industrie. Je voudrais aborder aujourd'hui une question en quelque sorte inverse : celle de la répercussion des préoccupations industrielles sur les progrès de la Science pure. Mon but est de combattre le sentiment, aujourd'hui très général en France, que la Science pure doit rejeter loin d'elle toute préoccupation des applications pratiques, qu'elle doit s'isoler de l'industrie comme d'une promiscuité compromettante. Tout notre enseignement scientifique est orienté dans cette direction fâcheuse, tous nos corps savants sont imbus du même esprit. Un exemple entre mille servira à préciser cette situation. Il y a quelques années, un certain nombre d'industriels, groupés autour de Scheurer-Kestner, firent don à la Société Chimique de Paris d'une centaine de mille francs en vue de la création d'une Section de Chimie appliquée. L'argent fut bien accepté; mais, après une courte tentative, le projet de créer cette Section dut être abandonné devant la résistance des membres de la Société, que ces questions pratiques laissaient, pour le moins, indifférents.

Il n'y a pas de pays, aujourd'hui, où cet antagonisme entre la Science pure et la Science appliquée soit aussi profond qu'il l'est en France: mais il n'en a pas été toujours ainsi. A la fin du siècle dernier, l'Académie des Sciences de Paris marchait à la tête du mouvement industriel; elle était consultée par les particuliers et les Pouvoirs publics sur toutes les applications de la Science. Il n'y a, pour s'en convaincre, qu'à lire les innombrables Rapports industriels de Lavoisier, qui forment les trois quarts des six gros volumes consacrés à la réimpression de ses Œuvres complètes.

Ce rapprochement entre l'Industrie et la Science a été extrêmement fécond; les préoccupations d'ordre pratique, en maintenant forcément l'attention tournée vers l'observation des phénomènes naturels, obligent l'homme, en quelque sorte malgré lui, à voir les lois du monde matériel et à ne pas laisser son esprit se concentrer exclusivement, comme il est porté à le faire, sur ses propres imaginations. L'étude historique du développement des sciences est, à ce point de vue, très intéressante et peut mériter quelques instants d'attention.

Dans les siècles passés, la Géométrie est née, personne ne le contestera, du besoin de lever les plans exacts des propriétés et d'autres nécessités semblables. Nous voyons, en effet, jusqu'au siècle dernier, les *Éléments* d'Euclide entremêlés de méthodes pour l'arpentage des terres, le tracé des fortifications. De même, la Mécanique est née du besoin des hommes de se construire des machines pour le transport des fardeaux ou pour la défense des places de guerre. L'exemple d'Archimède au siège de Syracuse est un souvenir historique trop connu pour y insister. Le développement de la Physique théorique et celui de ses applications ont suivi la même marche parallèle. Huygens et Fresnel sont aussi connus par leurs études pratiques sur la construction des microscopes, des télescopes, des phares, que par leurs travaux d'Optique théorique. Nous devons nos connaissances les plus précises sur les propriétés générales des gaz aux études entreprises par Regnault pour perfectionner la machine à vapeur. Cet appui mutuel de la Science pure et de la Science appliquée a été plus complet encore dans le cas de l'électricité, et c'est la raison des progrès inouïs de cette science depuis un quart de siècle. Tous les électriciens sont à la fois savants, industriels et commerçants, et tout d'abord le plus grand d'entre eux, Lord Kelvin, dont les brevets sont exploités par une Société industrielle ayant des agences dans tous les pays.

La Chimie, de même, et peut-être d'une façon plus évidente encore, est née de préoccupations pratiques: son premier développement s'est entièrement fait dans les officines des pharmaciens et dans les ateliers des fondeurs en métaux. On peut se demander pourtant si le perfectionnement des méthodes rudimentaires de l'Alchimie, si le développement magnifique de la Chimie moderne se sont poursuivis dans les mêmes conditions que la première éclosion de cette science. C'est la question que je voudrais discuter dans ces quelques pages.

Les grandes étapes du développement de la Chimie moderne sont, en laissant de côté les travaux des savants vivant encore aujourd'hui :

1° L'institution de la Chimie pondérale et la découverte de ses lois, avec la connaissance de la composition de l'air et de l'eau, toutes dues au génie de Lavoisier;

2° La découverte des principes fondamentaux de la science de l'Énergie, par Sadi-Carnot;

¹H. LE CHATELIER : *Revue gén. des Sciences* du 15 février 1898, t. IX, p. 98 et suiv.

3° Celle de la dissociation, par H. Sainte-Claire-Deville;

4° Et, enfin, la Microbiologie, par Pasteur.

Les travaux de tous ces savants ont été l'objet d'études et de publications assez nombreuses pour que l'on puisse déterminer avec quelque précision la filiation de leurs idées et reconnaître la part qu'y ont eue les préoccupations industrielles.

I. — LAVOISIER.

Les OEuvres complètes de Lavoisier sont, comme nous l'avons déjà dit, composées, pour les trois quarts, d'études industrielles. Mais y avait-il simplement, par le fait de ses obligations professionnelles, coexistence dans son esprit entre les préoccupations industrielles et les préoccupations scientifiques, ou bien corrélation directe et réelle entre ses différents travaux? L'ordre dispersé adopté dans la publication de ses OEuvres rend l'étude de cette question un peu pénible. Il est possible, cependant, d'arriver à un résultat très précis. Il faut commencer par rétablir l'ordre chronologique réel des différentes études, et ce n'est pas celui de leur publication, souvent longtemps différée; il faut s'attacher, avant tout, à la lecture des Notices industrielles, beaucoup plus instructives, *au point de vue qui nous occupe*, que celle des Notices purement scientifiques. Esprit philosophique, participant au mouvement des idées générales de la fin du xviii^e siècle, il s'attachait, dans ses travaux de science pure, à diviser et à subdiviser toutes les questions, ne traitant dans chaque Mémoire que d'un seul objet et ne l'envisageant qu'à un seul point de vue. Cette méthode rend la lecture de ses Mémoires particulièrement facile et attrayante; mais, par contre, elle masque la filiation réelle des idées. Dans les études industrielles, d'un caractère nécessairement synthétique, il embrasse les sujets dans tout leur ensemble, les examine sous toutes leurs faces et donne libre cours aux réflexions qu'elles lui ont suggérées. C'est là que l'on voit naître des idées scientifiques dont l'origine serait restée inconnue, si nous ne possédions que les publications définitives de Lavoisier. Voici, par exemple, une de ces indications: dans une étude sur la valeur marchande des cendres salpêtrées, ramassées par les chiffonniers et les cendriers, on lit:

« ... Je n'avais d'abord pour objet, en entreprenant ce travail, que de répéter pour ma propre instruction, sur la cendre des salpêtriers de Paris, ce que MM. Montet, Venet et du Coudray avaient fait sur celle de tamarisc, et je ne supposais pas qu'il pût en résulter rien qui méritât d'attirer l'attention de l'Académie. Mais, insensiblement, m'étant trouvé conduit à des résultats très inattendus et mon travail s'étant trouvé lié avec des faits intéressants relatifs à la théorie des

doubles affinités, j'ai été obligé de le diviser en deux Mémoires. »

Quel est le second Mémoire annoncé ici? Il se rattache certainement aux études de Lavoisier sur les sels: mais il m'a été impossible de trouver aucune indication correspondante dans les Mémoires purement scientifiques. Il n'en est pas moins certain qu'un Mémoire semblable a été inspiré par une étude sur la valeur des cendres ramassées par les chiffonniers.

Voici un second exemple, où l'enchaînement successif des idées peut être suivi plus loin. Un volume entier des OEuvres de Lavoisier est consacré à des Notes résumant de nombreux voyages faits à travers la France en vue de la description minéralogique du pays et de la reconnaissance de ses richesses naturelles. Parmi ces Notes, il s'en trouve une de 1764 consacrée à la description des plâtrières de Paris. L'année suivante, en 1765, paraît le premier Mémoire purement scientifique: il est consacré à l'étude de la forme cristalline et à celle de la composition chimique du gypse. Il n'y est pas question des visites d'usines de l'année précédente; mais, qui voudrait se refuser à admettre une corrélation entre ces deux faits?

Parmi les recherches de Lavoisier, trois des plus importantes concernent:

La composition de l'air et les phénomènes de combustion;

La composition de l'eau et la nature du gaz inflammable;

Les études sur la chaleur.

Nous allons, sur ces trois questions capitales, chercher à suivre la genèse des idées du fondateur de la Chimie.

§ I. — Composition de l'air et combustion.

L'Académie avait, en 1764, mis au concours une étude sur les meilleurs systèmes de lanternes à employer pour l'éclairage des villes. Lavoisier envoya, en 1766, pour ce concours, un Mémoire qui obtint une mention honorable. Il se borne, dans cette première étude, à discuter « la construction des cages de lanternes, la figure la plus avantageuse des réverbères, les proportions les plus convenables des réservoirs. »

Mais, dès l'introduction du Mémoire, il se préoccupe de la question de la combustion et il annonce l'intention de l'étudier ultérieurement plus à loisir:

« ... Quant aux expériences que je m'étais proposées sur les huiles et les matières combustibles, j'ai été obligé d'en remettre la plus grande partie à un autre temps. L'unique objet que je me propose étant de concourir au bien de mes concitoyens, le terme fixé par l'Académie ne sera pas, pour moi, celui de leur être utile. »

Dans les publications suivantes, il n'est plus question de matières combustibles proprement dites et l'on pourrait croire que Lavoisier s'en est momentanément désintéressé. Pour s'assurer qu'il n'en est rien, il suffit de se reporter à ses Notes de laboratoire, publiées par M. Berthelot. Dans un programme d'expériences inscrit en tête d'un de ses registres, le 20 février 1772, il conclut ainsi :

« ... Les opérations par lesquelles on peut arriver à fixer de l'air sont : la respiration, la végétation, dans quelques circonstances la calcination, enfin quelques combinaisons chimiques. C'est par ces expériences que j'ai cru devoir commencer. »

Dès cette époque, il a une idée nette de ce que doit être la combustion. Laissant provisoirement de côté les matières organiques, huile, suif, parce que leur combustion ne donne que des produits volatils d'une étude plus difficile, il s'adresse d'abord aux corps minéraux brûlant également avec flamme, comme le phosphore, le zinc, ou se transformant seulement lentement en chaux. Dans le courant de l'année 1772, il reconnaît l'augmentation de poids du phosphore et la diminution corrélatrice de la quantité d'air. Même observation sur la calcination des métaux et, en particulier, sur celle de l'étain. Dès le 1^{er} novembre 1772, il s'était assuré la propriété de cette découverte mémorable en déposant à l'Académie un pli cacheté relatant les résultats de ses expériences.

Il semble maintenant que l'on soit bien loin des réverbères; mais, en 1777, paraît, après une série de Mémoires sur la calcination des Métaux et la respiration des Animaux, une dernière Note, relative, celle-là, à la combustion des chandelles. C'est elle qui clôt la longue série de recherches sur la composition de l'air et les phénomènes de combustion, de respiration. Ces recherches sur les chandelles ne sont pas, aux yeux de Lavoisier, une conséquence indirecte et peu importante de ses études antérieures. Elles ont, au contraire, dans ses préoccupations une place dominante : c'est, en effet, dans ce Mémoire que, non content de résumer l'ensemble des résultats acquis, il trace le programme de recherches nouvelles qui vont le conduire à la découverte de la composition de l'eau et à ses recherches magistrales sur la chaleur.

Cette conclusion mérite d'être citée : toutes les prévisions qu'il veut soumettre au contrôle de l'expérience vont être reconnues fausses, et c'est de la reconnaissance de cette erreur que sortira l'une de ses plus grandes découvertes :

« Je pourrais pousser beaucoup plus loin toutes ces conséquences; mais, je suis obligé de suspendre le développement de cette théorie jusqu'à ce que j'aie prouvé, d'une part, l'existence de la matière du feu dans les fluides aériiformes, et que j'aie fait voir, d'autre part, comment on peut former l'acide crayeux aéri-

forme en combinant l'air inflammable avec la base de l'air éminemment respirable. »

Il croit donc à ce moment que l'acide carbonique (acide crayeux) résulte de la combustion de l'hydrogène. Il croit à la matérialité de la chaleur. Ce sont encore des expériences industrielles qui vont le mettre sur le chemin de la vérité.

§ 2. — Composition de l'eau.

Les premières études de Lavoisier sur l'eau remontent au voyage qu'il fit à travers la France pour en dresser la statistique minéralogique. Partout, il se préoccupe de la nature et de la qualité des eaux, tant des eaux potables que des eaux minérales, mais surtout des premières. Il en donne la raison en tête d'un Mémoire sur les eaux de la Franche-Comté, rédigé vers 1768, c'est-à-dire antérieurement au commencement de ses travaux scientifiques :

« ... S'il est intéressant pour la société de connaître la nature de ces eaux salutaires, dont les effets surprenants ont été tant de fois célébrés dans les fastes de la médecine, il ne l'est pas moins de connaître celles qui sont employées tous les jours pour les besoins de la vie. C'est d'elles, en effet, que dépendent la force et la santé des citoyens, et, si les premières ont quelquefois rappelé à la vie quelques têtes précieuses à l'Etat, ces dernières, en rétablissant continuellement l'ordre et l'équilibre dans l'économie animale, en conservent tous les jours un beaucoup plus grand nombre. L'examen des eaux proprement minérales n'intéresse donc qu'une petite portion languissante de la société, tandis que l'étude des eaux ordinaires intéresse la société tout entière, et principalement cette partie active dont les bras sont, en même temps, et la force et la richesse d'un Etat. »

Quelques années plus tard, des préoccupations pratiques autres que celle de la santé humaine le ramènent encore vers l'étude de la nature des eaux; il s'agit, cette fois, de la santé des plantes, de leur végétation. On sait que les questions agricoles l'intéressaient vivement; il consacrait une part importante de son temps à l'amélioration de ses propriétés de Fréchiné, dans le Vendômois.

On admettait alors, sur la foi d'observations mal interprétées, que les plantes se développent aux dépens de l'eau. Comment l'eau peut-elle donner naissance à tous les éléments que l'on rencontre dans les végétaux, aux cendres minérales, aux matières empyreumatiques combustibles, à la base de l'acide crayeux? Dans les recherches entreprises à cette époque, c'est-à-dire vers 1771, Lavoisier arrive à démontrer que les résidus minéraux que présentent toutes les eaux naturelles ne sont pas un des constituants essentiels de l'eau : on les fait disparaître sans modifier d'une façon appréciable les propriétés de l'eau, en distillant celle-ci dans des vases en métal inaltérable; c'est donc, en réalité, le

sol qui fournit à l'eau, et, par son intermédiaire, aux plantes, les éléments minéraux.

Il ne parvient pas, à cette époque, à reconnaître dans la composition de l'eau l'existence d'un élément combustible. C'est seulement onze ans plus tard, en 1783, qu'il observe la formation d'eau pure dans la combustion de l'hydrogène. Les impuretés de son hydrogène, en lui donnant de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux, l'avaient jusque-là confirmé dans l'opinion erronée que la combustion de l'hydrogène, comme celle du soufre, du phosphore, devait donner un corps acide. Quoi qu'il en soit, il conclut de cette expérience que l'eau n'est pas un corps simple, un élément, s'attaquant ainsi à un des fondements les plus solides de l'ancienne Chimie. Cette hypothèse est très vivement combattue : c'est à qui proposera des interprétations différentes pour conserver à l'eau son ancienne simplicité.

Lavoisier multiplie les expériences : il obtient de l'eau en réduisant les oxydes métalliques par le gaz inflammable. Mais, au fond, c'est toujours la même expérience, c'est, sous une autre forme, la synthèse de l'eau. Il faudrait faire l'analyse de cette eau, montrer que l'on peut en extraire l'hydrogène, et toutes les tentatives faites restent infructueuses. Cette preuve décisive est enfin donnée dans le Mémoire classique sur la composition de l'eau, que Lavoisier et le Commandant du Génie Meusnier présentèrent en 1784 à l'Académie. Mais, si nous n'avions que ce Mémoire, nous serions bien embarrassés pour établir les circonstances précises qui accompagnèrent la découverte de l'analyse de l'eau. Il n'y est fait aucune allusion aux conditions suivantes, que nous trouvons, au contraire, mentionnées tout au long dans un discours de rentrée prononcé par Lavoisier dans une séance publique de l'Académie :

« ... Tel était l'état de nos connaissances sur la décomposition et la recomposition de l'eau, lorsque nous nous trouvâmes insensiblement engagés, M. Meusnier et moi, à reprendre cette question sous un autre point de vue, pendant l'hiver de 1783 à 1784. La commission dont nous fûmes chargés par l'Académie, d'après l'ordre du Roi, pour le perfectionnement des machines aérostiques, nous conduisit nécessairement à des recherches sur les moyens les plus économiques de faire de l'air inflammable en grand, et il était naturel que nous nous attachassions à le tirer de l'eau, où nous avions déjà de si fortes raisons de croire qu'il existait en grande abondance.

« Le fer par voie humide m'ayant donné des signes d'une action non équivoque sur l'eau, nous résolûmes, M. Meusnier et moi, de suivre cette indication.

« En faisant passer de la vapeur dans un canon de fusil rouge et incandescent, l'eau s'y décompose en entier et il n'en ressort aucune partie par l'ouverture inférieure du canon; le principe oxygène de l'eau s'y combine avec le fer, et le calcine, en même temps que le principe inflammable aqueux passe dans l'état aëriiforme. »

La nature de l'eau était ainsi définitivement

établie. Il n'y avait plus que quelques pesées à faire pour avoir la composition pondérale de l'eau, et cela fut fait de suite.

§ 3. — Chaleur.

Après avoir étudié au point de vue purement chimique le phénomène de la combustion, Lavoisier n'avait pas encore résolu d'une façon complète le problème qu'il s'était posé dans sa première étude sur les réverbères, et qu'il avait délimité à l'occasion de ses recherches postérieures sur les chandelles. Il n'avait encore fait aucune étude du phénomène calorifique qui accompagne la combustion.

Les circonstances dans lesquelles il se mit définitivement à l'étude sont indiquées en tête du Mémoire où il relate ses expériences sur l'*effet comparé des différents combustibles* :

« ... L'Administration des Finances ayant désiré, en 1779, de connaître le rapport des droits imposés sur les différents combustibles, j'ai été obligé, pour satisfaire aux différents éclaircissements qui m'étaient demandés, de faire quelques expériences sur les effets comparés des bois. Comme elles peuvent être de quelque utilité pour les arts, je crois devoir en rendre compte à l'Académie et les consigner dans ses Mémoires. »

Aucune recherche ne peut avoir un but plus terre à terre, plus pratique que celle-là. Les procédés mis en œuvre n'ont pas un caractère plus scientifique : le pouvoir calorifique comparatif est déterminé en pesant la quantité d'eau évaporée dans une même chaudière par des poids égaux des différents combustibles. Ce Mémoire est publié en 1781; or, en 1780, Lavoisier et Laplace avaient commencé leurs expériences avec le calorimètre à glace. Il est bien difficile de supposer que le rapprochement de ces deux séries de recherches théoriques et pratiques a été purement fortuit. C'est certainement l'imperfection de la chaudière comme appareil calorimétrique qui a conduit Lavoisier à la découverte d'une méthode dont la précision toute scientifique n'a pas été dépassée aujourd'hui.

Vers la même époque, Lavoisier et Laplace poursuivaient ensemble leurs recherches, non moins célèbres, sur la dilatation des corps solides. Dans ce cas, ils ne dissimulent pas les préoccupations pratiques qui les ont sollicités; bien au contraire, ils les développent tout au long en tête de leur Mémoire :

« ... La propriété qu'ont les corps d'occuper un volume différent, suivant le degré de température auquel ils se sont élevés, est un obstacle qui se rencontre presque à chaque pas dans la Physique et dans la pratique des arts, toutes les fois du moins que l'on veut arriver à un grand degré de précision... Ces difficultés n'ont pas seulement lieu à l'égard des solides; elles sont plus grandes encore à l'égard des liquides, car ces

derniers, ne pouvant garder leur forme par eux-mêmes, et devant être contenus dans des vases ou des capacités quelconques formées de matières solides, les observations qui ont été faites jusqu'ici sur leur dilatabilité ne présentent que des résultats mixtes, dans lesquels se compliquent, et la dilatation du vase et celle du fluide qui y est contenu.

« Les machines dont nous nous servons pour mesurer le temps, et de l'exactitude desquelles dépend la perfectibilité de l'Astronomie, sont également assujetties à des variations qui dépendent de la dilatabilité des corps... Ces considérations, et beaucoup d'autres qu'il serait trop long de détailler, nous ont fait sentir, dès 1781, à M. Laplace et à moi, combien il serait important de faire une suite d'expériences exactes sur la dilatabilité des substances qui s'emploient le plus communément dans les arts et la Physique, telles que le verre et les métaux. »

On pourrait continuer longtemps ainsi l'histoire des différentes circonstances qui ont provoqué les recherches théoriques de Lavoisier; elles ont toujours eu pour objet l'explication d'un phénomène d'une utilité incontestable.

Les chimistes, ses contemporains ou ses successeurs, Berthollet, Gay-Lussac, Thénard, qui ont contribué avec lui à la fondation de la Chimie moderne, avaient exactement la même tournure d'esprit pratique. Toujours préoccupés des applications utiles de la Science, ils ont laissé leur nom à des perfectionnements de l'industrie chimique, en même temps qu'à des lois générales d'une haute portée scientifique.

H. — SADI-CARNOT.

En suivant l'ordre chronologique, la première découverte, après celles de Lavoisier, qui ait été le point de départ, bien lointain il est vrai, d'une importante évolution dans le domaine de la Chimie, a été l'immortel ouvrage de Sadi-Carnot sur la *Puissance motrice du Feu*. La Thermodynamique en est découlée, et de la Thermodynamique est née la Mécanique chimique moderne. Nous ne possédons pas, sur Sadi-Carnot, de documents aussi nombreux que sur Lavoisier; sa biographie même a été à peine esquissée. Mais, il n'y a pas besoin de recherches bien longues pour être renseigné sur les préoccupations industrielles qui l'ont guidé. Il n'y a qu'à lire les trois pages par lesquelles débutent les *Réflexions sur la puissance motrice du Feu et sur les machines propres à développer cette puissance* :

« Personne n'ignore que la chaleur peut être la cause du mouvement, qu'elle possède même une grande puissance motrice. Les machines à vapeur, aujourd'hui si répandues, en sont une preuve parlante à tous les yeux.

« C'est à la chaleur que doivent être attribués les grands mouvements qui frappent nos regards sur la Terre. C'est à elle que sont dues les agitations de l'atmosphère, l'ascension des nuages, la chute des pluies et des autres météores, les courants d'eau qui sillon-

nent la surface du Globe, et dont l'homme est parvenu à employer pour son usage une faible partie, enfin les tremblements de terre; les éruptions volcaniques reconnaissent aussi pour cause la chaleur.

« C'est dans cet immense réservoir que nous pouvons puiser la force mouvante nécessaire à nos besoins. La Nature, en nous offrant de toutes parts le combustible, nous a donné la faculté de faire naître, en tous temps et en tous lieux, la chaleur et la puissance motrice qui en est la suite. Développer cette puissance, l'approprier à notre usage, tel est l'objet des machines à feu.

« L'étude de ces machines est du plus haut intérêt; leur importance est immense; leur emploi s'accroît tous les jours; elles paraissent destinées à produire une grande révolution dans le monde civilisé.

« Déjà, la machine à feu exploite nos mines, fait mouvoir nos navires, creuse nos ports, nos rivières, forge le fer, fauconne le bois, écrase les grains, file et ourdit nos étoffes, transporte les plus pesants fardeaux, etc. Elle semble devoir un jour servir de moteur universel et obtenir la préférence sur la force des animaux, les chutes d'eau et les courants d'air. Elle a, sur le premier de ces moteurs, l'avantage de l'économie, sur les deux autres l'avantage inappréciable de pouvoir s'employer en tous temps et en tous lieux, et de ne jamais souffrir d'interruption dans son travail. »

Pendant plusieurs pages encore, Sadi-Carnot continue à développer ces considérations pratiques: il montre les services que les machines à feu ont déjà rendus à l'Angleterre, et il cherche à prévoir les services, beaucoup plus grands encore, qu'elles sont appelées à rendre à l'humanité tout entière. Et c'est de ces préoccupations intéressées qu'est sortie la plus parfaite des sciences édifiées par les hommes, celle qui, par sa généralité et ses abstractions, peut être considérée comme la science pure par excellence, modèle dont tendent à se rapprocher, sans jamais arriver à l'égal, toutes les théories scientifiques.

Cette préface utilitaire n'est pas une simple entrée en matière, dont il ne sera plus question ensuite, une concession faite aux goûts de l'époque. Après avoir édifié toute la théorie de la production de la puissance motrice aux dépens de la chaleur, Sadi-Carnot revient aux applications, qui l'intéressent avant tout. Les dix dernières pages de son Mémoire, qui en contient soixante en tout, sont consacrées à la discussion et à la comparaison des différents types de machines à vapeur en usage: machines à haute pression et à basse pression, machines de Woolf, à deux cylindres, machines à air, machines à alcool, etc. Et il conclut son Mémoire par une petite dissertation sur le sens pratique en industrie, que bien des praticiens pourraient méditer avec profit :

« ... On ne doit pas se flatter de mettre jamais à profit toute la puissance motrice des combustibles. Les tentatives que l'on ferait pour approcher de ce résultat seraient même plus nuisibles qu'utiles, si elles faisaient négliger d'autres considérations importantes. L'économie du combustible n'est qu'une des conditions à remplir par les machines à feu; dans beaucoup de circonstances, elle n'est que secondaire,

elle doit souvent céder le pas à la sûreté, à la solidité, à la durée de la machine, au peu de place qu'il lui faut occuper, au peu de frais de son établissement, etc. Savoir apprécier, dans chaque cas, à sa juste valeur, les considérations de convenance et d'économie qui peuvent se présenter, savoir discerner les plus importantes de celles qui sont seulement accessoires, les balancer toutes convenablement entre elles, afin de parvenir, par les moyens les plus faciles, au meilleur résultat, tel doit être le principal talent de l'homme appelé à diriger, à coordonner entre eux les travaux de ses semblables, à les faire concourir vers un but utile, de quelque genre qu'il soit. »

On pourra faire remarquer que les développements de la science de l'Énergie ont suivi une tout autre voie que celle qui a conduit à sa découverte première. Cette science est devenue le domaine à peu près exclusif des mathématiciens; mais, développer n'est pas créer, et, d'autre part, il n'est pas prouvé que l'intervention de Clausius n'ait pas retardé d'un demi-siècle l'épanouissement complet de la découverte de Sadi-Carnot.

III. — H. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE.

Pour passer de la théorie des machines à feu à la mécanique chimique, il restait encore un grand chemin à parcourir : il fallait reconnaître la réversibilité des phénomènes chimiques; c'est à M. H. Sainte-Claire-Deville qu'en revient l'honneur.

Il est essentiel, au point de vue de l'histoire de cette découverte, de distinguer, — ce que l'on ne fait pas habituellement, — deux stades dans le développement des idées de son auteur, de se rendre compte qu'il a successivement donné au même mot de *dissociation* deux sens essentiellement différents. Dans une conférence faite, en 1859, devant la Société de Genève, il s'exprime ainsi :

« ... La force répulsive de la chaleur ne produit pas seulement des phénomènes chimiques: on la montre tantôt venant en aide à l'affinité, comme dans la combinaison des gaz, tantôt en détruisant les effets, comme dans la décomposition des oxydes d'or, des oxydes d'argent, du chlorure d'azote, de l'ammoniaque, etc., etc., ce qui constitue bien le phénomène de dissociation ».

Le mot de *dissociation* est ici synonyme de décomposition, et aucun des exemples cités ne rentre dans la catégorie des véritables phénomènes de dissociation, c'est-à-dire des réactions réversibles, suivant le sens que H. Sainte-Claire-Deville a finalement laissé à ce mot. Il continue ensuite :

« ... Mais il faut ajouter que la dissociation s'observe également dans certains corps dont les éléments désunis à haute température peuvent se combiner de nouveau à une température plus basse ».

Il n'y a encore là rien de nouveau : on savait, par exemple, depuis Lavoisier, que la pierre à

plâtre perd son eau par la chaleur et que la combinaison de l'eau avec le plâtre cuit se reproduit à la température ordinaire pendant le durcissement du mortier. Deville continue :

« ... On n'avait pas encore observé ces phénomènes d'une façon générale, parce qu'ils ne laissent aucune trace lorsqu'on revient aux conditions de température au milieu desquelles se termine forcément toute expérience tentée avec le feu et les appareils ordinaires de la Chimie. La plupart du temps, on ne peut reconnaître la dissociation qu'en ayant recours à un appareil spécial ».

C'est là, à cette époque, la seule idée nouvelle impliquée dans le mot de *dissociation*, la fréquence plus grande qu'on ne le supposait des phénomènes renversables, dont on connaissait cependant déjà de si nombreux exemples. C'est un acheminement, si l'on veut, vers la réversibilité, mais ce n'est pas la réversibilité. Il n'est pas encore fait mention de l'analogie complète entre le phénomène physique de vaporisation et celui de dissociation. Pour passer de la notion, bien connue, des réactions renversables à celle, entièrement nouvelle, des réactions réversibles, il y avait un pas immense à franchir, un effort intellectuel considérable à fournir.

Voyons dans quelles conditions cet effort a été fourni; et, pour cela, ouvrons une parenthèse. A cette époque, vers 1860, Sainte-Claire-Deville et Debray avaient, depuis plusieurs années déjà, entrepris leur étude capitale sur la métallurgie du platine. Dans une conférence faite, en 1861, devant la Société Chimique, Debray rend compte en ces termes des motifs qui les avaient poussés à entreprendre ce travail :

« ... Le platine des vases, mis hors de service par une cause quelconque, ne vaut pas plus que le minerai lui-même par suite de la dépréciation que subit le métal. Elle est telle qu'un de ces vases, du prix de 80.000 francs, dans lequel on concentre chaque jour 4.000 kilogrammes d'acide sulfurique, n'est plus vendu que 50.000 ou 60.000 francs quand il est mis hors de service, ce qui arrive d'ailleurs assez souvent.

« On comprendra alors les raisons qui nous ont engagés, H. Ste-Claire-Deville et moi, à chercher des méthodes de fusion du platine, ainsi que le moyen de traiter les minerais par voie sèche. Nous avons supposé que la solution d'un tel problème, en supprimant la cause de dépréciation que subit la valeur du platine, permettrait d'étendre le cercle trop restreint des applications d'un métal précieux à tant de titres et beaucoup moins rare qu'on ne le croit communément. »

Ce sont là des préoccupations bien industrielles, accentuées encore par de nombreuses prises de brevets. Mais quel rapport ont-elles avec la dissociation? Continuons à citer l'introduction de la leçon de Debray :

« ... Chercher des méthodes de traitement du platine par voie sèche, c'est, en définitive, chercher le moyen de produire des hautes températures pour les appli-

quer à un but spécial; aussi me proposerai-je, dans la première partie de cette leçon, d'examiner avec vous les principes généraux qui peuvent guider les chimistes dans cette étude; je montrerai ensuite qu'ils sont parfaitement d'accord avec ce qu'indique la pratique, en faisant fonctionner devant vous les appareils que nous avons imaginés pour fondre et couler des quantités pour ainsi dire illimitées de platine. »

Puis, Debray développe son calcul bien connu sur la température de la flamme du chalumeau oxydrique, qui assigne à cette température la valeur de 6.800°. Il donne, en même temps, les résultats d'une série d'expériences très bien faites sur le point de fusion du platine, et le fixe aux environs de 2.000°. Debray ne paraît pas s'étonner de la disproportion énorme qu'il trouve ainsi entre la température calculée pour le chalumeau oxydrique et celle observée pour la fusion du platine.

Mais, cette contradiction avait frappé Sainte-Claire-Deville et c'est elle qui l'a conduit à la notion précise de la dissociation réversible. Se trouvant tous les jours, pendant ses expériences sur le platine, remis malgré lui en présence de la même difficulté, sa pensée était constamment ramenée sur le même fait et obligée d'en chercher l'explication. Dans ses deux leçons sur la dissociation, professées en 1864 devant la Société Chimique et qui sont restées classiques, on trouve le résultat final de l'évolution de ses idées sur cet important sujet. Prenant comme point de départ et reproduisant le calcul de Debray, il oppose à ce résultat théorique le résultat expérimental que lui ont donné des mesures de la quantité de chaleur contenue dans le platine porté à la plus haute température que peut donner le chalumeau oxydrique, et il s'exprime ainsi :

« ... D'après ces expériences, on peut affirmer que la température de combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène à équivalents égaux n'excède pas 2.500°. »

Sans suivre les développements assez obscurs qui accompagnent cette expérience, arrivons tout de suite au résultat. H. Sainte-Claire-Deville attribue cet écart entre la température observée et la température calculée à la dissociation de la vapeur d'eau. A cette occasion, il affirme *pour la première fois* la réversibilité et cherche même à en démontrer la nécessité par un raisonnement *a priori* qu'il vaut mieux passer sous silence. Voici le commencement du passage en question :

« ... Dans les développements qui précèdent, j'ai admis implicitement que le point fixe de la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène et le point fixe de la décomposition de l'eau sont identiques, comme les points fixes d'ébullition et de condensation. Il est impossible de concevoir qu'il en soit autrement, surtout si l'on considère que la chaleur représente un mouvement et que le carré de la vitesse avec laquelle vibrent les molécules en exprime l'intensité ou la valeur thermométrique.

« L'action étant égale à la réaction dans tout problème de Mécanique, on pourra ou admettre la proposition, ou la démontrer comme suit. »

Sautons la prétendue démonstration, et arrivons à un énoncé plus précis encore de la réversibilité :

« ... En somme, tous ces raisonnements se fondent sur ce que la transformation de la vapeur d'eau en un mélange d'oxygène et d'hydrogène est un véritable changement d'état correspondant à une température fixe et que cette température est la même quand on passe d'un état à un autre, dans quelque sens que se fassent les changements. »

Sur cette simple affirmation, non démontrée, s'est élevée une nouvelle branche de la Chimie; c'est la métallurgie du platine qui en a été l'occasion et qui a fourni au génie de H. Sainte-Claire-Deville les éléments indispensables pour manifester sa puissance, comme l'avaient fait pour Lavoisier les innombrables opérations industrielles auxquelles ses fonctions l'obligeaient de s'intéresser.

IV. — PASTEUR.

On comptera certainement, au nombre des plus grandes découvertes du XIX^e siècle, dans un domaine empiétant un peu sur celui de la Chimie, la création de la Microbiologie, due aux travaux de Pasteur. Ici, l'intervention des préoccupations pratiques est évidente. Pasteur, dans tous ses Mémoires, la proclame presque à chaque ligne.

Fils d'un petit tanneur d'Arbois, il ne s'était pas désintéressé, pendant son séjour à l'École Normale, des travaux de la maison paternelle, comme le montrent les recettes perfectionnées sur le tannage des peaux qu'il engage les siens à essayer. Cependant, à sa sortie de l'École Normale, Pasteur avait débuté par des travaux de Cristallographie d'un caractère purement scientifique. Ses études sur l'acide tartrique, certainement très remarquables, n'auraient pas suffi pourtant à faire passer son nom jusqu'à une postérité bien reculée. Malgré le grand retentissement qu'elles eurent au moment de leur publication, elles ont aujourd'hui un peu perdu de leur intérêt. Sa gloire incontestable date de ses recherches visant des buts pratiques : Fabrication du vinaigre, traitement des maladies des vins et des vers à soie, fabrication de la bière, mesures prophylactiques contre les épidémies charbonneuses, vaccination contre la rage, etc. Ces questions s'éloignent un peu du domaine de la Chimie. Il suffira de les mentionner ici et de renvoyer, pour le reste, à l'ouvrage de M. Valléry-Radot, qui donne une idée si nette de l'enchaînement scientifique des idées de Pasteur, et montre le rôle qu'a joué dans leur développement sa préoccupation constante de travailler à des études utiles à ses concitoyens.

Je me contenterai de rappeler ici l'origine des recherches sur la fermentation alcoolique. Pasteur terminait ses études sur l'acide tartrique, quand il fut envoyé comme professeur à la Faculté des Sciences de Lille, qui venait d'être fondée et dont il devint bientôt le doyen. Le Ministre de l'Instruction publique, en lui confiant ce poste, lui explique ce que l'on attend de lui : il ne s'agit pas tant de donner un enseignement scientifique très élevé à des auditeurs encore problématiques que d'attirer vers la nouvelle Faculté de nombreux auditeurs. Et, à ce sujet, on n'est pas sans quelques inquiétudes, dans un pays où les préoccupations industrielles très intenses ne laissent peut-être pas grand temps pour penser à la Science. Voici ce que le Ministre lui écrit :

« ... Que M. Pasteur se tienne cependant toujours en garde contre l'entraînement de son amour pour la Science, et qu'il ne perde pas de vue que l'enseignement des Facultés, tout en se maintenant à la hauteur des théories scientifiques, doit néanmoins, pour produire des résultats utiles et étendre son heureuse influence, s'approprier les plus nombreuses applications aux besoins réels du pays auquel il s'adresse. »

Fidèle à la consigne, Pasteur se met aussitôt en relation avec les industriels, il organise des visites d'usines pour ses élèves, et se met à étudier les applications de la Science avec l'ardeur qu'il avait consacrée jusque-là à la Science pure.

C'est dans ces conditions qu'il fut amené à étudier la fermentation alcoolique. J'emprunte la citation suivante à M. Valléry-Radot :

« ... Dans l'été de 1856, un industriel de Lille, M. Bigo, dont l'usine était située rue d'Esquermes, avait éprouvé cette année-là, comme beaucoup d'autres, de grands mécomptes dans la fabrication de l'alcool de betteraves. Il vint demander conseil au jeune doyen. La perspective de rendre service, de communiquer le résultat de ses remarques aux nombreux auditeurs qui se pressaient dans l'étroit amphithéâtre de la Faculté, d'observer minutieusement les phénomènes de la fermentation, qui le préoccupaient à un si haut degré, fit accepter à Pasteur ces demandes d'expériences. Presque chaque jour, il faisait des stations prolongées à l'usine de la rue d'Esquermes. De retour au laboratoire, où il n'avait à sa disposition qu'un microscope d'étudiant et une étuve des plus sommaires, chauffée au coke, il examinait les globules dans le jus de fermentation, se comparait le jus de betterave filtré et non filtré, il se livrait à des hypothèses qui le stimulaient, sauf à les abandonner dès qu'un fait s'imposait... Il arrive enfin à constater au microscope que les globules étaient ronds quand l'altération commençait, et qu'ils étaient allongés tout à fait quand la fermentation devenait lactique. Cette méthode très simple nous permit, dit le fils de M. Bigo, d'éviter les ennuis de la fermentation qu'on avait fréquemment jadis. »

Et cette étude industrielle a été le point de départ d'une des plus belles découvertes du siècle qui vient de finir.

V. — AUTRES EXEMPLES.

La même démonstration pourrait être continuée en s'adressant à des travaux scientifiques d'importance moindre, mais qui ont cependant contribué au plein épanouissement des sciences dont nous venons d'étudier la naissance. On pourrait, par exemple, montrer le rôle qu'ont aujourd'hui les laboratoires métallurgiques dans les progrès de la Chimie. C'est d'eux que sont sorties nos connaissances les plus précises sur les combinaisons mutuelles des métaux, sur les solutions solides, et leur rôle est loin d'avoir été négligeable dans les progrès de la Mécanique chimique. Pendant ce temps, un trop grand nombre de laboratoires scientifiques, fidèles observateurs de la tradition, s'arrêtent à répéter indéfiniment les mêmes expériences ou à discuter, après tous les philosophes de l'Antiquité et du Moyen-Age, sur la constitution intime de la matière. Mais il faut se borner, et je m'arrêterai là.

VI. — CONCLUSIONS.

Quelle conclusion doit-on tirer de cette étude? Il en faut une, car tout effort doit avoir un but. Personne certainement n'aurait la folle prétention de tracer un programme aux génies qui pourront encore, dans l'avenir, bouleverser nos connaissances par quelque nouveau saut en avant; le génie ne s'organise pas. Mais il est permis de penser qu'une méthode de travail si précieuse pour les grands esprits ne serait peut-être pas mauvaise pour les esprits de plus petite envergure. N'y aurait-il pas lieu de tirer parti de cette action bienfaisante des préoccupations pratiques pour en faire profiter notre enseignement? On dit, et cela avec beaucoup de raison, que l'enseignement scientifique fausse parfois le jugement, qu'il donne une tournure d'esprit exactement opposée à ce que l'on appelle le sens pratique, qu'il prépare insuffisamment à la lutte pour l'existence.

Si cette méthode analytique est indispensable pour la découverte des lois naturelles, elle n'est pas moins nécessaire pour leur enseignement, et personne ne voudrait renoncer au point de vue abstrait qui prédomine aujourd'hui dans l'enseignement scientifique. On ne peut nier cependant que cette habitude, donnée à l'esprit par une éducation longtemps prolongée, de ne jamais envisager les faits que par un seul point de vue à la fois, présente, en regard de ses avantages, de très sérieux inconvénients. On se laisse facilement aller à attribuer aux phénomènes réels et complexes une simplicité absolument contraire à la vérité. Dans leur étude, on les envisagera par un seul côté, qui souvent ne sera pas le plus important, mais celui

sur lequel l'attention aura été le plus fortement fixée par des circonstances accidentelles. C'est ainsi que l'impression profonde laissée par l'enseignement de la Mécanique rationnelle, qui reçoit un développement exceptionnel en raison du degré de perfection auquel cette science est arrivée, conduira trop souvent les constructeurs à faire abstraction des qualités des métaux qu'ils emploient. Ou bien encore, dans le choix d'une machine thermique, oubliant les conseils si sages donnés par Sadi-Carnot, on ne se préoccupera que du rendement théorique de la machine, en ignorant toutes les considérations si importantes à faire entrer en ligne de compte, qui se rapportent au frottement, à la facilité d'entretien, etc.

On pourrait atténuer dans une large mesure cette influence désastreuse de l'enseignement scientifique abstrait et analytique en le faisant suivre et même en l'accompagnant d'un enseignement concret et synthétique, c'est-à-dire en faisant l'application à quelques phénomènes réels, soit naturels, soit industriels, des notions scientifiques acquises dans la première partie de l'enseignement. Il n'est pas question ici, bien entendu, de réintroduire dans les traités didactiques de Chimie les prétendues notions pratiques qui les ont trop longtemps encombrés. On intercalait à tort et à travers des recettes empiriques sur la Chimie analytique, la Métallurgie, qui déconcertaient les élèves par leur contradiction absolue avec les notions scientifiques qu'elles coudoyaient et qu'elles semblaient sur tous les points convaincre d'inexactitude. Il ne s'agit pas d'introduire dans la mémoire quelques connaissances soit disant pratiques, mais simplement de faire comprendre en quoi consistent les problèmes d'ordre pratique et de laisser entrevoir la méthode qui peut être appliquée à leur étude.

Le sens pratique est, en effet, cette tournure d'esprit qui, du premier coup d'œil, vous fait voir dans un phénomène donné quelles sont toutes les circonstances si variées dont il dépend et vous fait rapidement discerner celles qui auront une influence prépondérante sur le résultat cherché. Par exemple, dans une usine, devant un four qui chauffe mal, on pensera à la fois aux causes possibles suivantes : mauvaise qualité du charbon, conduite défectueuse du feu par le chauffeur, insuffisance du tirage due à une obstruction des passages de fumée, rentrée d'air par des fissures des maçonneries, action du vent sur la cheminée, etc. Mais, dès le premier instant, on se préoccupera de la composition de l'atmosphère du four, on fera tout de suite une analyse des fumées, parce que c'est, avant tout et presque exclusivement, de cette composition que dépend la température obtenue. Si, au contraire, on manque de sens pratique, on se figurera *a priori* que c'est

une quelconque des causes accessoires mentionnées plus haut qui est en jeu, par exemple la qualité du charbon, et, pendant des jours, des semaines, on s'entêtera à varier la nature des charbons employés, sans obtenir aucun résultat.

Pourquoi l'enseignement actuel ne développe-t-il pas cet esprit pratique, qui n'est qu'une des formes du bon sens, et comment pourrait-il le faire ? Les phénomènes naturels sont infiniment nombreux, et, si l'on voulait les étudier directement, on ne pourrait y arriver que pour une proportion relativement bien faible d'entre eux. Mais l'on a remarqué, et c'est là le point de départ de toutes les sciences, que les phénomènes naturels complexes ne sont que la résultante d'une série de phénomènes élémentaires relativement peu nombreux et d'une nature beaucoup plus simple. En ne considérant ainsi, dans les phénomènes naturels, qu'un seul point de vue à la fois, et faisant abstraction de tous les autres, on a créé une série de sciences particulières, relatives à ces différents points de vue : Chaleur, Electricité, Chimie, etc. Il suffit ensuite de combiner de toutes les façons possibles les différents faits élémentaires dont ces sciences nous donnent la connaissance pour arriver indirectement à la connaissance complète des phénomènes naturels, et de le faire d'une façon beaucoup plus rapide que ne l'aurait permis leur étude directe.

Supposons, par exemple, que l'on choisisse le haut-fourneau : il est tout à fait inutile de détailler les profils, les dimensions, les compositions des lits de fusion et autres détails semblables. Mais on s'attachera à montrer le rôle des phénomènes chimiques et, en particulier, celui des équilibres si curieux qui se produisent au sommet du haut-fourneau lors de la dissociation de l'oxyde de carbone, vers la partie moyenne pendant la réduction de l'oxyde de fer, et vers le bas dans les échanges qui se font entre le métal et le laitier fondu. Puis, abordant le rôle de la science de l'Énergie, on montrera comment la puissance motrice disponible dans le charbon est utilisée pour séparer le fer de l'oxygène, en discutant les causes des pertes énormes résultant soit du refroidissement par les parois, soit de l'énergie emportée par les fumées, et, à cette occasion, on passera en revue les procédés multiples employés pour récupérer cette dernière perte. Ce sera ensuite le tour de la mécanique des fluides, qui intervient dans la circulation de l'air par les tuyères, à travers les matières en petits fragments qui remplissent le four. Il y aura à faire entrer en ligne de compte la nécessité d'avoir une enveloppe pour le four, en indiquant les complications de toute nature qu'entraîne la présence des parois du four en raison de certaines de leurs propriétés physi-

ques. Puis, on passera en revue quelques-uns des innombrables phénomènes accidentels qui jouent un si grand rôle dans le succès de toute opération industrielle, par exemple la présence des impuretés soufre et phosphore qui passent dans la fonte ou celle des poussières entraînées par les gaz. Ce sera ensuite le tour de l'utilisation des sous-produits, par exemple celle des laitiers servant à la fabrication des pavés artificiels et du ciment, utilisant ainsi tantôt leurs propriétés mécaniques, tantôt leurs propriétés chimiques. Enfin, il est indispensable de donner quelques idées sur le prix de revient, sans la considération duquel les raisons d'être de tous les dispositifs employés dans l'industrie sont incompréhensibles. Pourquoi, sans cela, quand on veut avoir du fer pur, commencer par préparer une

matière aussi impure que la fonte? Cela semble une absurdité.

Deux ou trois exemples semblables, convenablement choisis, suffiraient pour montrer comment on doit mettre en œuvre les différentes sciences abstraites que l'on a passé de si longues années à s'assimiler et qui semblent souvent ensuite impropres à tout usage.

Cette proposition de faire accompagner l'enseignement de sciences abstraites et analytiques par un enseignement concret et synthétique n'a, d'ailleurs, rien de bien nouveau : c'est, à peu de chose près, ce que Lavoisier avait déjà proposé il y a plus d'un siècle.

H. Le Châtelier,

Ingénieur en Chef des Mines,
Professeur de Chimie minérale au Collège de France.

L'ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT ITALIEN EN TUNISIE

On sait qu'au moment de notre prise de possession du sol tunisien, nous avons pris l'engagement formel de respecter les contrats antérieurement passés entre le Bey et les Puissances étrangères. Bénéficiant de cette clause du traité de Kassar-Saïd (12 mai 1881), l'Italie a pu, pendant quinze ans, conserver et même développer toutes les institutions qu'elle avait fondées dans la Régence. En 1896, toutefois, de nouveaux actes diplomatiques passés entre les gouvernements de Rome et de Paris ont ramené à de plus justes proportions les droits de l'Italie et de la France dans la Régence, en consacrant définitivement certains privilèges réclamés par la nation protectrice, à l'exclusion de toute autre Puissance. Du coup disparurent les postes italiennes. L'émotion ressentie par la bourgeoisie italienne de Tunisie fut très vive, mais atténuée cependant par la perspective de conserver, longtemps encore, des écoles nationales fonctionnant en dehors de l'organisation universitaire créée par la France. Tous les efforts de nos voisins tendent, depuis lors, à maintenir en état de prospérité leurs institutions scolaires de la Régence, dernier rempart de l'*italianité*. Au moment même où un groupe important de la colonie italienne de Tunis vient de fonder une université populaire, il ne sera pas indifférent au public scientifique français d'avoir quelques renseignements sur la manière dont fonctionnent, parallèlement à la Direction de l'Enseignement public de la Régence, les écoles entretenues là-bas, à grands frais, par le royaume d'Italie.

I

C'est en 1831 que M. Pompée Sulema, émigré politique livournais, venu à Tunis avec sa sœur Esther, ouvrit dans cette ville la première école italienne, où furent aussitôt inscrits 15 garçons et 7 filles. Sulema réussit à mériter, en peu de temps, la confiance des familles européennes et vit accourir dans son école plus d'élèves qu'il ne pouvait en espérer. Il se décida alors à s'associer à un Français, l'abbé Bourgade, qui prit la direction de l'établissement et put l'agrandir grâce à une subvention du roi Louis-Philippe. Le fond de l'enseignement était l'italien, mais on donnait quelques notions de français, d'arabe et les premiers éléments du latin et du grec ¹.

Cependant, les Israélites éprouvaient une certaine aversion à envoyer leurs fils dans une institution dirigée par un prêtre. Pour calmer leurs appréhensions, M. Morpurgo ouvrit, en 1840, avec le concours de MM. Salone et Luisada, une nouvelle école élémentaire, destinée surtout aux Israélites. Les choses restèrent en l'état jusqu'en 1863, époque où M. Gambarotta, consul d'Italie, employa ses efforts à doter la colonie de Tunis d'une école convenablement installée. L'intervention de ce fonctionnaire était la conséquence de la circulaire adressée, peu de temps auparavant, par le ministre des Affaires étrangères du jeune royaume d'Italie à tous les consuls du Levant, pour attirer leur attention sur

¹ *Gl' Italiani in Tunisi*, Roma, 1899.

l'importance morale et politique des institutions d'enseignement. *Elles servent, disait-il, à répandre une instruction pratique et réglée selon les circonstances particulières, et maintiennent dans nos colonies l'esprit national, en empêchant les émigrants italiens, à mesure que les générations se succèdent, de se détacher peu à peu de la patrie. A peine est-il besoin d'ajouter qu'en s'ouvrant aussi aux jeunes gens des autres nations et aux indigènes, ces institutions sont un légitime moyen d'influence morale*¹...

Le ministre terminait en assurant que le Gouvernement royal était décidé à venir en aide à toutes les entreprises privées ayant pour but de fonder des écoles. Il prescrivait, en conséquence, une vaste enquête sur les établissements d'instruction dans le Levant.

Fort de l'appui de son Gouvernement, M. Garbarotta obtint du bey Mohammed-Es-Saddok la concession d'un terrain à Tunis, sur lequel fut bâtie une école, inaugurée le 4 janvier 1864 en présence des notables de la colonie italienne. Elle prit le nom de *Collegio italiano*, et la direction en fut confiée à M. Natia, aidé de MM. Sulema, Onetto et Luisada, instituteurs italiens. Le Gouvernement italien accorda au nouvel établissement une subvention annuelle. En 1870, pour compléter les études commencées dans les classes élémentaires de ce collège, fut fondée une *École technique*, d'où sont sortis de nombreux jeunes gens entreprenants, qui sont aujourd'hui des industriels et des commerçants estimés et forment une partie des notables de la colonie italienne.

Enfin, en 1887, dans le but de donner à leurs enfants une instruction, soit classique, soit commerciale, en même temps qu'une éducation nationale, plusieurs pères de famille fondèrent par actions le *Convitto italiano*, pensionnat italien à la direction duquel fut appelé de Milan un ancien officier, M. le comte Tito Cybeo². Cette institution devint la pépinière des écoles secondaires et reçut les jeunes gens des familles italiennes les plus notables de Tunis et de l'intérieur de la Régence.

11

Pour le succès de ces diverses entreprises, les Italiens n'ont jamais reculé devant aucun sacrifice. En 1891, quand il s'agit de créer un « Liceo », ils souscrivirent avec le même empressement toutes les sommes nécessaires pour doter l'établissement du personnel et du matériel indispensables³. Trois

membres de la colonie contribuèrent, à eux seuls, pour une somme de 50.000 livres. Des dépenses considérables furent engagées pour l'adaptation des locaux et l'achat du matériel scolaire et scientifique. On fit venir d'Italie, par les soins du Ministère des Affaires Étrangères, tout un corps de professeurs.

Il fallait, toutefois, compter avec les progrès de l'influence française, progrès assez rapides pour que l'essor du « Convitto » fût bientôt arrêté et que les actionnaires de cet établissement, après avoir dépensé plus de 100.000 francs en dix ans, fussent contraints, en mai 1897, de décider sa fermeture. Les membres du corps enseignant italien de Tunisie, donnant alors un admirable exemple de dévouement à la chose publique, décidèrent d'assumer, pour leur propre compte, la gestion du Convitto et de prêter gratuitement leur collaboration à son directeur.

De son côté, l'Etat italien avait pris à sa charge le « Liceo-ginnasiale » et l'école « Tecnico-commerciale ». Il avait, en outre, considérablement développé l'enseignement primaire, qui comprend actuellement six écoles élémentaires de garçons, six écoles et cours complémentaire de filles, trois cours du soir et quatre asiles. Tous ces établissements dépendent directement du Ministère des Affaires Étrangères. Le tableau I ci-joint en indique la répartition sur le sol tunisien avec le dénombrement de la population scolaire tel qu'il a été établi par les soins des autorités consulaires⁴.

La comparaison des chiffres ci-dessus peut donner lieu à d'intéressantes remarques. A noter, tout d'abord, que le chiffre des inscrits pendant l'année scolaire 1899-1900 ne s'élève guère au-dessus de 5.000, en y comprenant 809 auditeurs inscrits aux cours du soir, soit à peine le quart de la population enfantine italienne, qui n'est pas moindre de 20.000. Si l'on considère que les écoles françaises ont reçu, la même année, plus de 4.000 enfants de nationalité italienne, on est amené à constater que environ 10.000 enfants ou jeunes gens restent encore dépourvus de toute instruction.

Les traités de 1896 ont bien reconnu l'existence des écoles italiennes, mais ont stipulé qu'on n'en pourrait ouvrir de nouvelles⁵. Il appartient donc au gouvernement du Protectorat de donner asile dans ses établissements à tous les jeunes Italiens qui ne peuvent trouver place dans les écoles royales. La question est d'autant plus facile à résoudre que les fils d'agriculteurs et d'ouvriers italiens viennent

¹ *Bollettino del Ministero degli Affari esteri*, Août 1900.

² On remarquera, dans le tableau de répartition des écoles, qu'en 1897-98 s'ouvraient à Tunis deux nouvelles écoles de garçons, un asile et un cours du soir, qu'en 1898-99 un cours du soir est inauguré à Sousse, un autre à Sfax et trois cours du soir complémentaires à l'école de filles de Tunis.

³ *Bollettino del Ministero degli Aff. Est.* (Anno 1863).

⁴ MACHUEL : *L'Enseignement public en Tunisie*, Tunis, 1900.

⁵ MACHUEL : *Op. cit.*

volontiers trouver des maîtres français. Il suffirait d'avoir un assez grand nombre d'écoles franco-européennes pour que notre enseignement primaire fût définitivement victorieux¹.

Il y a moins à se préoccuper des établissements italiens d'enseignement secondaire, dont la décadence est manifeste et qui luttent péniblement contre nos institutions similaires. Le récent décret qui oblige les avocats étrangers, exerçant en Tu-

écoles enfantines et élémentaires, payante dans les écoles secondaires. Des sections payantes peuvent être aussi organisées dans les écoles élémentaires. L'enseignement des langues étrangères, *sauf les langues arabe et française*, est facultatif et payant dans les écoles secondaires et élémentaires.

Les taxes sont établies par le ministre des Affaires Étrangères, après avis du consul général de Tunis, qui a autorité sur toutes les écoles de

TABLEAU I. — Répartition et Population des Écoles royales italiennes en Tunisie.

DÉSIGNATION DES ÉCOLES	NOMBRE D'ÉLÈVES INSCRITS				
	1895-1896	1896-1897	1897-1898	1898-1899	1899-1900
<i>Ecoles secondaires.</i>					
Tunis : Liceo e ginnasio « Vittorio Emanuele II »	64	55	69	68	65
— Tecnico-Commerciale « Umberto I »	89	82	69	70	61
Total	153	137	138	138	126
<i>Ecoles élémentaires de garçons.</i>					
Tunis : Ecole « Principe di Napoli »	871	1.053	503	510	523
— — « Giovanni Meli »	»	»	447	420	520
— — « Umberto I »	»	»	141	77	220
— Corso Serale (Ecole du soir)	»	»	516	533	540
Sfax : Ecole élémentaire de garçons	50	47	47	49	98
Sousse : Ecole élémentaire de garçons	106	113	132	132	152
— Cours du soir	»	»	»	162	142
La Goulette : Ecole élémentaire de garçons	84	79	93	98	75
— Cours du soir	»	»	»	126	127
Total	1.111	1.292	1.881	2.107	2.397
<i>Ecoles élémentaires de filles.</i>					
Tunis : Ecole « Margherita di Savoia »	845	887	700	550	620
— Cours complémentaire gratuit	»	»	»	11	102
— — payant	»	»	»	19	40
— Cours professionnel	»	»	»	50	50
— Ecole « G. Turrisi Colonna »	»	»	400	420	480
La Goulette : Ecole élémentaire de filles	139	128	136	108	125
Sfax : Ecole élémentaire de filles	61	87	140	189	194
Sousse : Ecole élémentaire de filles	132	140	147	150	170
Total	1.177	1.242	1.523	1.497	1.781
<i>Asiles (Giardini d'infanzia).</i>					
Tunis : Asile « Giuseppe Garibaldi »	546	661	308	308	332
— Asile « Francesco Crispi »	»	»	240	271	282
Sousse : Asile	160	160	150	160	182
La Goulette : Asile	90	82	127	149	156
Total	796	903	825	888	952
Total général	3.237	3.574	4.367	4.630	5.256

nisie, à prendre leurs grades dans les Universités françaises contribuera à nous donner une situation tout à fait prépondérante à cet égard.

III

Devenues gouvernementales en 1889, et complètement réorganisées par les décrets de 1894², les écoles italiennes de Tunisie sont toutes laïques. En principe, l'instruction est gratuite dans les

son district et sur tous les fonctionnaires exerçant dans ces écoles. Le consul doit veiller à ce que la colonie continue à s'intéresser à la prospérité des écoles et à ce que les familles y envoient leurs enfants. Il approuve aussi les délibérations des Conseils de discipline, et peut augmenter ou diminuer les peines prononcées contre les élèves. C'est à lui qu'incombe le soin d'administrer les fonds consacrés à chaque école, de payer les traitements et rémunérations diverses du personnel, de recevoir les rapports trimestriels et annuels des directeurs, de les transmettre à l'inspecteur général en résidence à Rome et chargé par le ministre des

¹ *Revue générale des Sciences*, 15 juillet 1900.

² *Bollett. del Min. degli Aff. est.*, décret du 12 avril 1894.

Affaires Étrangères de visiter tous les deux ans les écoles de Tunisie.

Le consul est aidé dans sa tâche par la députation scolaire, sorte de Conseil consultatif de huit membres, choisis dans le corps universitaire ou

TABLEAU II. — Lycée : trois classes correspondant à nos classes de lettres.

MATIÈRES ENSEIGNÉES	NOMBRE D'HEURES PAR SEMAINE		
	1 ^{re} classe ¹	2 ^e classe	3 ^e classe
Italien	5	5	5
Latin	4	4	4
Grec	2	3	3
Histoire du Moyen-Age et moderne	3	3	3
Géographie historique	1	1	1
Philosophie	2	2	2
Mathématiques	3	2	2
Physique et Chimie	"	3	3
Histoire naturelle et Géographie physique	2	2	2
Langue arabe	3	3	3
Langue française	3	2	2

parmi les notables de la colonie. En principe, les pouvoirs de cette assemblée sont très étendus, puisqu'elle donne son avis sur le choix des matières à enseigner, qu'elle a qualité pour suspendre d'office, de leurs fonctions, les maîtres indignes,

TABLEAU III. — Gymnase : cinq classes correspondant à nos classes de grammaire et élémentaires.

MATIÈRES ENSEIGNÉES	NOMBRE D'HEURES				
	1 ^{re} classe	2 ^e classe	3 ^e classe	4 ^e classe	5 ^e classe
Langue italienne	7	6	6	6	5
— latine	"	3	5	5	3
— grecque	"	"	"	"	4
— française	4	3	3	3	3
— arabe	4	3	3	3	3
Histoire	2	2	2	2	2
Géographie moderne	2	2	2	"	"
— ancienne	"	"	"	1	1
Mathématiques	2	2	2	2	2
Botanique et Zoologie	"	"	"	3	3
Ecriture	2	2	"	"	"

qu'elle assiste aux examens et a droit d'inspection. En réalité, les « députés » forment un simple trait-d'union entre les écoles et la colonie, dont ils représentent les intérêts et dont ils expriment les vœux. Les véritables maîtres de la direction à

¹ Le numérotage des classes se fait dans un ordre inverse au nôtre : la *prima liceale* est notre troisième, et la *terza liceale* notre rhétorique; la *prima ginnasiale* correspond à notre huitième, et la *quinta ginnasiale* à notre quatrième. Voir *En Sicile*, ouvrage publié sous la direction de Louis Olivier. Paris, Flammarion, 1901.

imprimer à l'enseignement sont toujours les chefs d'établissements, assistés des professeurs.

Au lycée-gymnase de Tunis, placé sous l'autorité d'un *preside* ou proviseur, on applique le programme que résumant le tableau II et III.

Avant de passer du gymnase au lycée, les élèves subissent, comme en Italie, les épreuves de la *licenza ginnasiale*; à la fin du cycle des études du lycée, ils subissent, dans l'établissement même, les épreuves de la *licenza liceale*, c'est-à-dire du baccalauréat. Le jury d'examen, présidé par le proviseur, est composé des professeurs du lycée, auxquels peut être adjoint un membre de la députation scolaire. Le consul assiste aux examens à titre de commissaire du Gouvernement. Il doit être présent

TABLEAU IV. — École technique-commerciale.

MATIÈRES ENSEIGNÉES	NOMBRE D'HEURES			
	1 ^{re} classe	2 ^e classe	3 ^e classe	4 ^e classe
Langue italienne	5	5	5	4
— française	3	3	4	4
— arabe	3	3	3	3
— anglaise et allemande	2	2	2	3
Histoire	2	2	2	"
Géographie	1	1	1	"
Mathématiques	3	3	3	"
Comptabilité et tenue des livres	"	3	3	7
Sciences physiques et naturelles	2	2	2	"
Dessin	1	3	3	"
Ecriture	2	2	2	2
Histoire et Géographie commerciale des colonies	"	"	"	2
Notions d'Economie politique	"	"	"	2
Arithmétique commerciale	"	"	"	2
Notions commerciales sur les produits des trois règnes et Chimie appliquée aux produits commerciaux	"	"	"	3

quand sont ouvertes les enveloppes renfermant les textes d'épreuves ¹ envoyées par le Ministère de l'Instruction publique.

Le programme des matières enseignées dans l'École technique commerciale correspond à celui de nos établissements d'enseignement moderne et de nos écoles primaires supérieures (Tableau II).

C'est surtout dans l'enseignement élémentaire qu'on peut constater le souci du Gouvernement italien d'approprier ses programmes aux exigences locales. En effet, si les matières enseignées dans les écoles de Tunisie restent les mêmes que dans les écoles d'Italie, le nombre d'heures assigné à chaque matière est laissé à la convenance du directeur. Celui-ci peut régler son horaire à sa guise, de façon à réserver une partie du temps pour l'étude du français et de l'arabe. Dans les 4^e et 5^e classes,

¹ Une composition italienne, une version latine et une version grecque.

six heures par semaine sont ainsi consacrées à la langue française et deux heures à la langue arabe. Les programmes sont semblables pour les filles et pour les garçons.

Pour les cours du soir organisés à Tunis, Sousse et La Goulette, il n'existe aucun programme officiel. Le corps enseignant est libre du choix des méthodes à appliquer et des matières à enseigner. Cependant, les résultats obtenus ne sont pas brillants et les 809 auditeurs inscrits en 1899-1900 paraissent surtout destinés à gonfler les effectifs scolaires. Un projet de réorganisation de ces cours, publié récemment par un journal italien de Tunis, prévoit l'établissement d'un cours pratique de langue française.

IV

En raison du zèle dont ils font preuve dans l'accomplissement de leur tâche et de leur ardent patriotisme, les professeurs et maîtres élémentaires jouissent d'un grand crédit auprès de leurs concitoyens. Mais leur situation matérielle n'est pas en rapport avec leur autorité morale. Nommés au concours, pourvus des mêmes grades et soumis aux mêmes conditions d'avancement que leurs collègues d'Italie, les professeurs du « Liceo » ont un modeste traitement, qui varie de 2.400 à 3.000 livres; ceux du « Ginnasio » et de l'« École Technico-Commerciale » reçoivent de 2.100 à 2.700 livres. Dans l'enseignement primaire, les traitements de début sont de 1.100 livres, et ne s'élèvent pas au-dessus de 1.600 livres. Diverses indemnités de résidence et logement, variant de 400 à 1.000 livres, s'ajoutent, il est vrai, aux chiffres qui précèdent, mais, d'une façon générale, les maîtres italiens ne sont pas suffisamment rémunérés pour faire face aux exigences de la vie coloniale.

En revanche, le personnel de l'enseignement élémentaire jouit, en Tunisie, de certains privilèges inconnus aux instituteurs de la péninsule. Tandis que ces derniers dépendent du Conseil municipal de la commune où ils enseignent, les maîtres tunisiens sont directement rattachés au Ministère des Affaires Étrangères et peuvent être envoyés dans toutes les écoles royales du Levant. Il en résulte que les instituteurs italiens de la Régence sont généralement supérieurs à leurs collègues d'Italie. Presque tous ont visité la Grèce, les Balkans, l'Asie Mineure ou l'Égypte et connaissent le monde musulman. La mémoire de Crispi restera longtemps populaire parmi eux, car c'est à ce ministre qu'est due l'organisation actuelle des écoles

italiennes à l'Étranger. Un grand nombre d'entre eux parlent correctement la langue française; tous la lisent et se plaisent dans le commerce de nos grands auteurs des trois derniers siècles. Ilôtes assidus des bibliothèques de Tunis, ils recherchent volontiers la société des professeurs français, qui n'ont qu'à se louer de leur tact et de leur courtoisie. Ce mutuel échange de bons procédés n'empêche pas de lutter, de part et d'autre, avec une persévérante énergie, pour la propagation de la langue et des idées nationales. A la section tunisienne de « l'Alliance française », les professeurs italiens opposent une section de la « Dante Alighieri ». A nos « Cantines scolaires » correspond leur « Patronato scolastico », qui a distribué, l'an dernier, aux écoliers, 63.721 portions, dont 23.772 gratuites, 9.986 semi-gratuites, les autres payantes.

V

Si l'enseignement secondaire italien recule devant les progrès de nos institutions similaires, l'enseignement primaire témoigne encore d'une vitalité surprenante. Il importe donc que nous ne négligions rien pour attirer à nous les fils d'étrangers qui vivent sur le sol tunisien. A Tunis même, nous ne pouvons, faute de place, admettre dans nos établissements tous les Italiens qui en font la demande. C'est une situation profondément regrettable. L'école doit être, pour nous comme pour nos voisins, un des principaux facteurs de la colonisation. « C'est elle, disait un journaliste tunisien ¹, qui conservera l'âme italienne aux générations futures, et les fera participer à ce patrimoine de langue, de culture intellectuelle, d'idées et de sentiments qui constitue l'*italianité*. C'est dans les écoles que doit germer un idéal nouveau, plus élevé et plus pur, de grandeur et de prospérité pour notre patrie. » Méditons ces paroles et n'oublions pas que l'instituteur français a été, en Tunisie, un des meilleurs ouvriers de la première heure. Les résultats obtenus par les Italiens dans l'enseignement élémentaire, le souci qu'ils ont de la prospérité de leurs écoles, nous indiquent bien qu'il faut résolument continuer dans la voie suivie jusqu'à présent, en créant, partout où cela est nécessaire, de nouvelles écoles franco-européennes, qui hâteront l'absorption, l'assimilation des masses étrangères par nos compatriotes de la Régence.

Gaston Loth,

Professeur au Lycée de Tunis.

¹ *L'Unione*, numéro du 24 mai 1898.

LE MUSCLE DANS LA SÉRIE ANIMALE

DEUXIÈME PARTIE : HISTOLOGIE DU MUSCLE, CONTRACTION MUSCULAIRE

Dans une première partie¹, nous avons étudié la disposition et l'architecture des muscles. Nous allons, dans la deuxième partie, envisager leur histologie et le mécanisme de la contraction musculaire.

I. — HISTOLOGIE DU MUSCLE.

Dans ce qui précède, nous avons étudié les dispositions qu'affectent les fibres musculaires dans la constitution du muscle, quelle que soit, d'ailleurs, la structure intime de ces fibres musculaires. Nous allons, maintenant, rechercher en quoi ces fibres peuvent différer les unes des autres suivant les divers animaux et les organes.

J'ai déjà dit que je ne considérais pas les Protozoaires comme devant rentrer dans cette étude, car nous n'y trouvons pas d'organe différencié pouvant, à proprement parler, porter le nom de muscle, et les quelques indications que j'ai données dans la première partie me paraissent suffisantes.

Il n'a pas encore été fait de bonne classification de la fibre musculaire basée sur son histologie. Pour être complet, le plus simple serait donc de prendre successivement les diverses espèces animales, et de décrire leurs muscles; mais, en opérant ainsi, on serait exposé à de nombreuses répétitions.

Un animal ne possède pas, en effet, une seule espèce de fibres musculaires, mais un nombre très variable, et si certaines structures sont presque caractéristiques d'un animal déterminé, d'autres se montrent aux degrés les plus variables de l'échelle des êtres.

Pendant longtemps, sous l'inspiration des idées de Bichat, on avait classé les muscles en muscles de la vie de relation, ou muscles soumis à la volonté, et muscles de la vie organique ou muscles soustraits à l'action de la volonté. En même temps, on était presque amené à considérer les premiers comme équivalents aux muscles striés et les seconds comme équivalents aux muscles lisses, parce que, chez l'homme et la plupart des Vertébrés, il en est généralement ainsi.

Il avait, cependant, fallu mettre à part le cœur, qui est un muscle strié, mais n'est pas soumis à l'action de la volonté.

Bientôt, l'inexactitude de cette classification

apparut avec trop d'évidence pour pouvoir se maintenir.

L'histologie comparée nous apprend, en effet, que, chez les divers animaux, les muscles ayant des fonctions analogues peuvent être indistinctement striés ou non. Nous voyons des classes d'animaux où tous les muscles, volontaires ou non, sont lisses; il en est ainsi chez les Mollusques, où ce n'est que très exceptionnellement que nous voyons apparaître la fibre striée. Chez les Arthropodes, au contraire, c'est le muscle strié qui est la règle; le muscle lisse ne se rencontre que très rarement, et encore seulement d'une façon passagère. Même chez les Vertébrés, où l'on avait admis que la distinction ancienne pouvait se conserver, il n'en est rien; chez la tanche, le muscle de l'intestin est en partie strié, et il nous suffira d'ajouter que l'œsophage de l'homme contient des fibres striées pour montrer que la division en muscles de la vie de relation ne peut se conserver comme base d'une classification histologique, même chez un seul animal.

Un autre phénomène vient encore compliquer les choses. Eimer a montré qu'un même muscle peut être tantôt strié, tantôt lisse. Nous verrons que les muscles des ailes de certains Insectes présentent la striation transversale à son état de développement le plus parfait. La mouche se trouve dans ce cas, et on obtient des préparations admirables en enlevant un petit fragment du muscle des ailes, sur une mouche d'été bien vivace, après fixation par l'alcool au tiers.

Il suffit d'en faire une dissociation, de colorer à l'hématoxyline et de monter au baume de Canada. En examinant avec un bon objectif la préparation ainsi faite, on voit sur les fibres une striation transversale très nette, sur laquelle je reviendrai plus loin. Mais, le résultat n'est plus le même si l'on opère sur une mouche en état de sommeil hibernal. Les mêmes muscles n'ont plus qu'une striation très imparfaite, qui peut même disparaître complètement sur certaines fibres.

Eimer a attribué ce fait à l'inactivité, et un de ses élèves, Vosseler, a justifié cette hypothèse par un grand nombre d'observations.

Vosseler a d'abord montré que, si la mouche d'hiver était transportée dans un endroit chaud, de façon à lui faire reprendre son activité, on voyait peu à peu reparaitre la striation d'été. L'expérience inverse fut moins concluante, les mouches n

¹ Voyez la *Revue générale des Sciences* du 15 décembre 1901, n° 23, t. XII, p. 1067 et suiv.

supportant généralement que fort mal un abaissement de température en dehors de certaines périodes.

Pillet avait aussi signalé l'absence de striations chez un Coléoptère trouvé au début du printemps, pendant les journées encore froides; mais il avait mal interprété la signification de ce fait.

Vosseler fait encore remarquer que, chez certains Insectes, les ailes s'atrophient, qu'il en résulte la disparition d'une fonction, et que les muscles qui en étaient chargés perdent leur striation, comme la mouche en état d'hibernation.

Enfin, Vosseler signale un fait très intéressant sur les araignées, où certains muscles perdent leur striation et la reprennent pendant différentes périodes de la vie de l'animal. Ces changements se produisent au commencement et à la fin de la ponte et semblent en relation avec la variation de fonction ou, plutôt, d'effort à développer chez la femelle dans ses diverses conditions.

Entre l'état de striation parfaite de la mouche d'été et l'état d'homogénéité absolue, il y a forcément des stades intermédiaires. Dans ce cas particulier, ces stades ne constituent que des états passagers; mais, dans un grand nombre d'autres, nous les retrouvons à l'état permanent et nous ne pouvons alors les faire entrer ni dans la classe des muscles lisses, ni dans celle des muscles striés; il faut établir une catégorie intermédiaire, celle des muscles imparfaitement striés.

En dehors de l'état de striation ou de non-striation des fibres musculaires, nous aurons à considérer la façon dont les fibrilles élémentaires sont distribuées dans la fibre. Un autre élément attirera aussi notre attention, c'est le noyau. On sait, en effet, que tout tissu vivant est constitué par des cellules; par suite, il y a un ou plusieurs noyaux. On avait signalé des cellules sans noyaux, mais les travaux récents ont montré que c'était là une vaine apparence, l'élément nucléaire n'étant pas toujours localisé en une masse et pouvant, dans certains cas, affecter un caractère diffus.

Dans l'histologie comparée du muscle, on ne tarda pas à reconnaître qu'il y a lieu d'établir une distinction entre les éléments musculaires ne contenant qu'un seul noyau et ceux qui en contiennent un nombre plus ou moins grand.

Depuis que Kölliker a isolé la cellule musculaire lisse, tous les histologistes s'accordent pour reconnaître que, dans le premier cas, on a affaire à des cellules possédant chacune un noyau.

Dans le second cas, l'accord n'est pas aussi parfait. Certains auteurs pensent que l'élément musculaire représente une cellule dont les noyaux se sont multipliés, alors que d'autres croient que l'on se trouve en présence de la fusion de

plusieurs cellules en un tout. Cette dernière opinion disparaît peu à peu devant la première.

Quelle qu'en soit l'origine, il n'en est pas moins vrai que certains éléments musculaires ont, pendant toute leur existence, l'apparence d'une cellule plus ou moins allongée et ne contenant qu'un seul noyau, tandis que d'autres éléments prennent la forme d'une fibre et contiennent un nombre indéterminé, parfois très grand, de noyaux. C'est en se basant sur ces faits que Eimer a cherché à établir une classification complète des muscles, en faisant d'abord une grande division entre les cellules musculaires et les fibres musculaires, puis créant de nouvelles subdivisions suivant la striation et suivant que les muscles sont ou non soumis à l'action de la volonté.

On obtient, de cette façon, le tableau suivant :

I. — *Cellules musculaires.*

1. Lisses	{ Non volontaires. Volontaires.
2. Imparfaitement striées . . .	{ Non volontaires. Volontaires.
3. Striées	{ Non volontaires. Volontaires.

II. — *Fibres musculaires.*

1. Lisses	{ Non volontaires. Volontaires.
2. Imparfaitement striées . . .	{ Non volontaires. Volontaires.
3. Striées	{ Non volontaires. Volontaires.

Cette classification permet évidemment d'assigner une place à un muscle quelconque; mais je ne vois pas à cela grand avantage, cette classification étant absolument arbitraire et conduisant à ce résultat que des muscles, très voisins au point de vue physiologique, seront dans des catégories totalement différentes, alors qu'une même subdivision contiendra des muscles n'ayant nullement la même fonction. Du reste, certaines classes sont complètement fictives; d'autres, comme celle des cellules lisses ou celle des fibres striées volontaires, sont tellement surchargées qu'à elles seules elles absorbent presque toute l'étendue de nos connaissances. — D'ailleurs, où mettre ces éléments signalés par Eimer lui-même, qui sont tantôt lisses, tantôt striés?... Comment reconnaître qu'une fibre est imparfaitement striée? Nous voyons bien quand une cellule ou une fibre est parfaitement lisse; nous voyons aussi quand elle est striée, mais il me paraît difficile de déterminer la limite entre une striation parfaite et une striation imparfaite.

La seule classification rationnelle devrait avoir pour base l'Embryologie, mais nos connaissances sur le développement du muscle dans la série animale sont encore trop restreintes pour que ce travail puisse se faire.

En parcourant les divers ouvrages de Zoologie, ou les Mémoires spéciaux, on constate que si l'on peut actuellement se rendre compte de la disposition des muscles chez les divers animaux, il est, dans la plupart des cas, impossible de trouver un renseignement précis sur l'histologie de ces muscles, à part quelques cas très particuliers.

Je pense donc qu'actuellement, pour donner une idée du muscle dans la série animale, le mieux est de se contenter d'une répartition en trois groupes :

- a) Le premier groupe comprendra les muscles lisses ;
- b) Dans un second groupe, je placerai les muscles qualifiés par Vosseler d'imparfaitement striés ;
- c) Dans le troisième groupe se trouvent les muscles striés, c'est-à-dire considérés comme tels par tous les anatomistes.

A propos de chacun de ces groupes, je dirai dans quelle classe d'animaux on les rencontre.

§ 1. — Muscles lisses.

Nous rencontrons le premier organe différencié pouvant porter le nom de muscle chez l'hydre

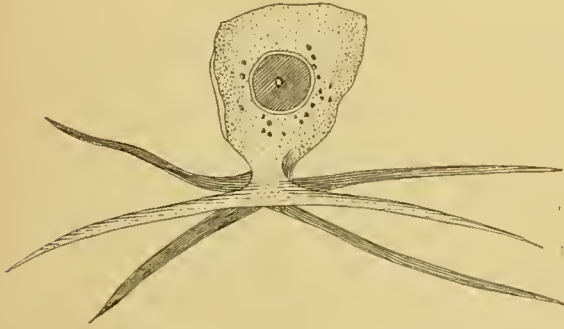


Fig. 1. — Cellule neuro-musculaire de l'hydre d'eau douce.

d'eau douce. La paroi musculaire du corps de ce polype se compose d'une seule couche de fibrilles.

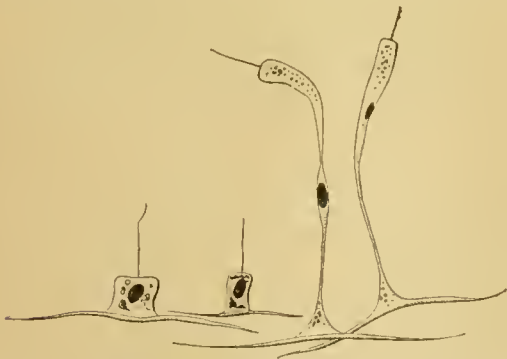


Fig. 2. — Cellules épithélio-musculaires des tentacules de *Sagartia parasitica* (d'après Hertwig).

qui sont une dépendance de la couche épithéliale, et que Kleinenberg a le premier signalée. Si, après

fixation, on dissocie un fragment de cette couche, on constate que chaque cellule épithéliale se continue à sa partie inférieure par des prolongements fusiformes, qui constituent l'élément moteur du corps (fig. 1). Cet ensemble, que pendant longtemps on a appelé à tort cellule neuro-musculaire, porte maintenant le nom plus exact de cellule épithélio-mus-



Fig. 3. — Myoblastes d'une Méduse (*Aurelia*).



Fig. 4. — Cellule musculaire d'un Nématode.

culaire. Chez l'hydre d'eau douce, la partie protoplasmique renfermant le noyau est extrêmement développée, la partie différenciée en élément contractile est, au contraire, très réduite.

La partie protoplasmique peut s'allonger plus ou moins, perpendiculairement à la direction de la partie musculaire, et donner ainsi à l'ensemble la forme T. Dans le cas de la figure 2, qui représente des cellules épithélio-musculaires des tentacules de *Sagartia parasitica*, on voit, en outre, un cil vibratile surmonter la partie protoplasmique.

D'autres fois, au contraire, l'élément musculaire prend de plus en plus d'importance, et le protoplasma, contenant toujours le noyau, seréduit de plus en plus. C'est ce que montrent les deux figures 3 et 4.

Il reste finalement une cellule musculaire lisse avec un amas latéral de protoplasma entourant le noyau.

La cellule musculaire peut être assez courte



Fig. 5. — Deux cellules musculaires de l'ectoderme du plateau buccal d'*Anthea cercus* (d'après Hertwig).

comme dans les cas que nous venons de citer, ou prendre une longueur considérable, qui en fait une véritable fibre.

C'est ce que nous rencontrons, par exemple, dans l'ectoderme du plateau buccal d'*Anthea cereus* représenté par la figure 5.

Mais la forme la plus répandue, celle que nous trouvons à profusion chez les Vertébrés et chez les Mollusques, consiste en une cellule allongée contenant, vers son milieu,

un noyau entouré d'un peu de protoplasma. Parfois, la substance contractile paraît alors parfaitement homo-

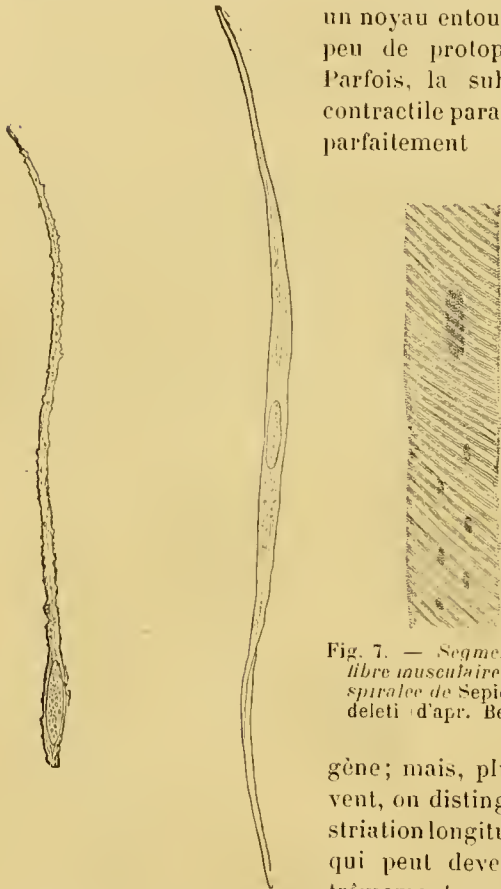


Fig. 6. — Cellules musculaires lisses de l'intestin du lapin après macération pendant vingt-quatre heures dans l'acide azotique à 20 %/o. (350 diam.)

gène; mais, plus souvent, on distingue une striation longitudinale, qui peut devenir extrêmement apparente. C'est généralement cette forme que l'on a en vue lorsqu'on parle de cellule musculaire lisse (fig. 6). Sur une coupe transversale, elle peut affecter des formes très différentes. Tantôt, la section est plus ou moins ronde ou polygonale; tantôt, elle est aplatie. Chez certains Mollusques gastéropodes, la partie protoplasmique se prolonge beaucoup dans l'axe, et l'on a alors une sorte de fourreau contractile rempli de protoplasma. Si, parfois, ces cellules lisses sont assez courtes pour être faciles à observer dans toute leur longueur et pouvoir même être contenues tout entières dans le champ du microscope, d'autres fois, en particulier chez certains Vers, elles s'allongent beaucoup, donnant de véritables

fibres, et présentent toujours alors un point de rupture.

Ces éléments musculaires lisses présentent souvent des apparences qui pourraient faire croire à une striation. Il se produit, parfois, des variations d'épaisseur sur le cours de la cellule qui peuvent donner cet aspect; cela

peut s'observer, par exemple, chez les Mollusques, où j'ai vu des cas qui me faisaient douter de l'absence de striation. En second lieu, il peut arriver que la striation longitudinale prenne, par suite d'une sorte de torsion, une disposition spiralée (fig. 7). La disposition striée obliquement que l'on aperçoit alors n'a rien de commun avec la striation transversale dont nous parlerons maintenant.

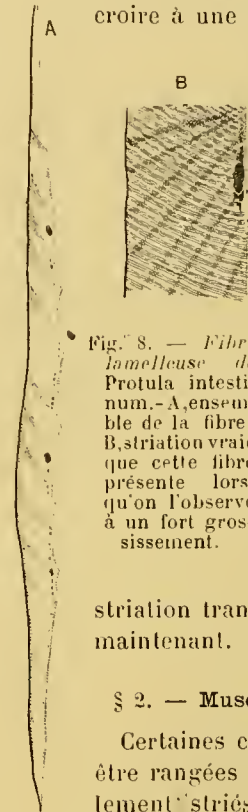


Fig. 8. — Fibre lamelleuse de *Protula intestinum*. — A, ensemble de la fibre; B, striation vraie que cette fibre présente lorsqu'on l'observe à un fort grossissement.

rien de commun avec la striation transversale dont nous parlerons maintenant.

§ 2. — Muscles imparfaitement striés.

Certaines cellules musculaires doivent être rangées parmi les muscles imparfaitement striés, si toutefois cette division est à conserver. La figure 8 représente, à deux grossissements différents, une cellule musculaire de *Protula intestinum*, où l'on voit très nettement une fine striation presque perpendiculaire à l'axe longitudinal. Cette striation, parfois complètement transverse, se rencontre chez d'au-

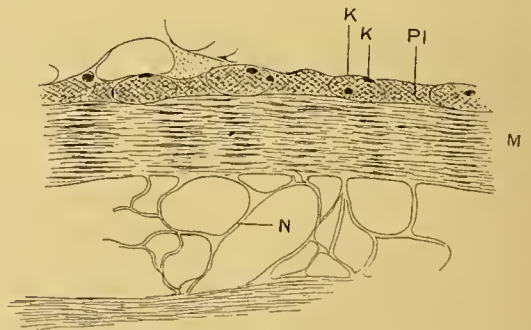


Fig. 9. — Fragment de fibre musculaire chez *Anthophora parietina*, presque entièrement lisse. — PI, tige de sarcoplasma sur le bord extérieur de la fibre; N, réseau fibrillaire entre les fibres M; K, noyaux. (Agrand. 700.)

très Vers encore. Malgré sa régularité et sa netteté, elle n'a rien de commun avec la striation des muscles volontaires des Mammifères.

J'ai déjà dit que l'on passait par degrés insensibles

du muscle imparfaitement strié au muscle parfaitement strié.

Cela ressort clairement de la série des figures 9 à 13, où l'on passe peu à peu d'une striation pres-

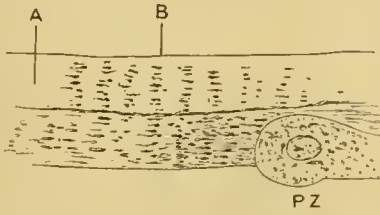


Fig. 10. — La même, chez le *Dytiscus* après coloration sur le vivant par le bleu de méthylène. — A, partie lisse de la fibre; B, places avec substances sombres colorées en bleu et claires séparées. (Agrand. 700.)

que douteuse à un muscle analogue à ceux que nous regardons d'habitude comme parfaits.

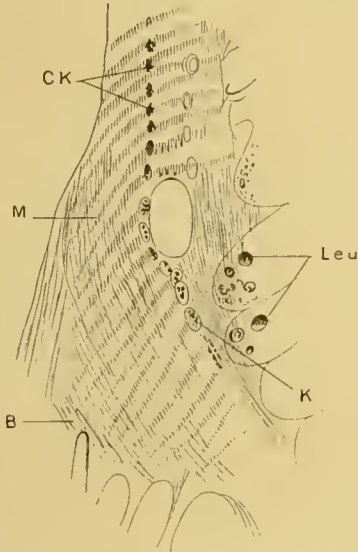


Fig. 11. — Fragment d'une fibre musculaire en éventail de *Bombyx hypnorum*. — M, substance musculaire se perdant en B dans le tissu conjonctif; CK, noyaux sans membrane; K, noyaux normaux; Leu, leucocytes. (Agrand. 700.)

Ces divers muscles se rencontrent surtout, à l'état

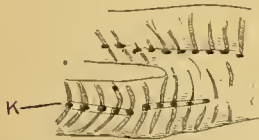


Fig. 12. — Fragment de fibre musculaire de *Vespa vulgaris*. — K, noyaux dans la tige centrale de sarcoplasma. Les lignes sombres de la striation transversale sont partiellement divisées en deux. (Agrand. 460.)

de cellules, dans l'intestin de quelques Arthropodes et, dans le cœur de beaucoup d'Insectes, à l'état de fibres dans les organes reproducteurs. Nous rappelons aussi ici que divers muscles du tronc des Araignées rentrent dans cette catégorie et ont une striation très variable dans le temps.

§ 3. — Muscles parfaitement striés.

Le muscle strié se présente sous les formes les plus variables. Tantôt, l'élément musculaire est une cellule; tantôt, c'est une fibre. La cellule se rencontre dans le cœur des Vertébrés, ainsi que l'a montré Weissmann. Ce sont ces cellules qui, en se

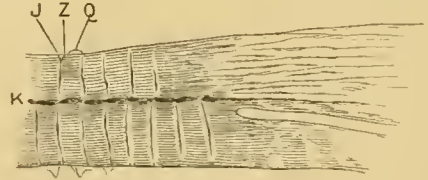


Fig. 13. — Le même, chez *Apis mellifica*. — La striation transversale, très développée, ne se poursuit pas partout et disparaît à la division de la fibre en 2 ou 3 branches. Z, disque intermédiaire; Q, disque principal; J, substance isotrope. (Agrand. 460.)

plaçant bout à bout, constituent les fibres du cœur. Elles ont des formes très variées et contiennent généralement un ou deux noyaux.

Les figures 14 et 15, représentant la cellule musculaire de l'homme et celle de la grenouille, donnent

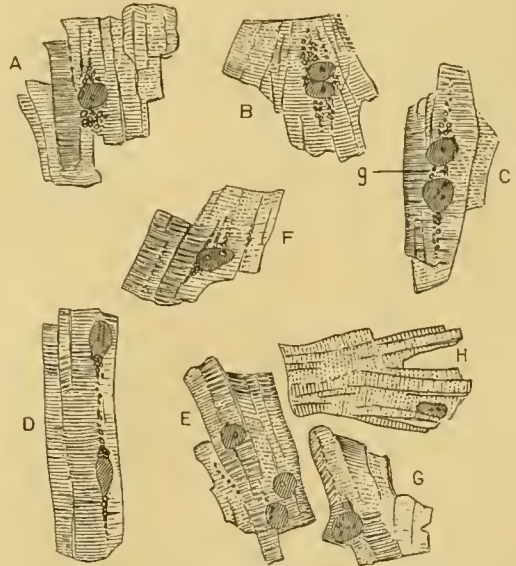


Fig. 14. — Cellules musculaires du myocarde de l'homme atteint de myocardite segmentaire. — A, B, C, D, E, F, G, H, cellules musculaires cardiaques de diverses formes; g, granulations ambrées remplissant le fuseau de protoplasma axial qui contient le ou les noyaux.

une idée des diversités de forme de ces éléments, dont il serait inutile de multiplier les exemples.

Mais c'est dans la fibre musculaire striée que nous allons trouver le plus de variété. Van Gehuchten, dans deux Mémoires très importants, a décrit sa façon de concevoir la fibre musculaire striée; cette conception est complètement différente de celle de l'ensemble des anatomistes; elle ne nous

paraît pas conforme à la réalité des faits, et nous ne l'adoptons pas.

Dans cette catégorie, au point de vue qui nous occupe en ce moment, il y a lieu d'établir une première distinction et de répartir les fibres striées en deux groupes.

1^{er} groupe. — Type du muscle des ailes des Coléoptères.

2^e groupe. — Type du muscle volontaire des Vertébrés.

Cette division est nécessaire pour l'exposition des faits, ainsi qu'on le verra dans la suite.

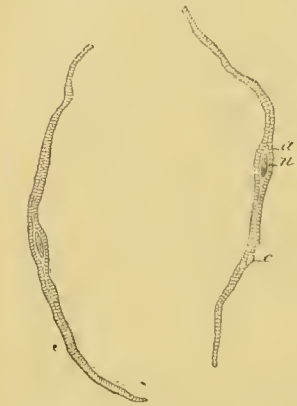


Fig. 15. — Cellules musculaires du ventricule de la grenouille, isolées après l'action de la potasse à 40%.

1^{er} groupe. — Si l'on prend un fragment du muscle de l'aile d'un dytique, convenablement fixé, et qu'on en fasse des coupes transversales, on aura au microscope une image représentée par la figure 16. On voit une série de champs, sur la périphérie desquels se trouvent les noyaux et qui sont bien séparés les uns des autres. Si l'on se sert d'un grossissement plus fort, on constate que chacun de ces champs contient une grande quantité de petites taches circulaires ayant fixé la matière colorante; entre elles se trouve du protoplasma granuleux et peu coloré (fig. 17). Ces petites taches sont les coupes transversales de fibrilles musculaires. Pour voir ces fibrilles musculaires en long, il suffit de prendre un petit fragment de muscle fixé et de le dissocier aux ai-

guilles; les fibrilles se séparent facilement les unes des autres, grâce au protoplasma dans lequel elles sont noyées.

Pour avoir une très belle préparation, le mieux est, après fixation, de colorer à l'hématoxyline et de monter au baume de Canada. Il faut ensuite observer avec un objectif assez puissant et de bonne qualité. On constate que chaque fibrille se compose d'une série de disques alternativement colorés et non colorés. Sur une fibrille non colorée, ces disques apparaissent moins nettement, alternativement clairs et gris; c'est pour cela qu'on les appelle disque clair et disque sombre.

Sur une bonne préparation, on voit ensuite facilement que le disque clair est partagé en deux par une ligne très fine, qui porte des noms très variables, dont le plus commun, en France, est celui de disque mince.

Enfin, sur les fibres bien tendues, en observant



Fig. 17. — Coupe transversale d'un faisceau des muscles de l'aile du Dytique. (Grand. 600.)

avec soin une très bonne préparation (fig. 18), on voit que le disque sombre est plus clair en sa région moyenne qu'à ses extrémités, par suite de ce que l'on appelle la strie intermédiaire de Hensen, du nom de l'anatomiste qui, le premier,

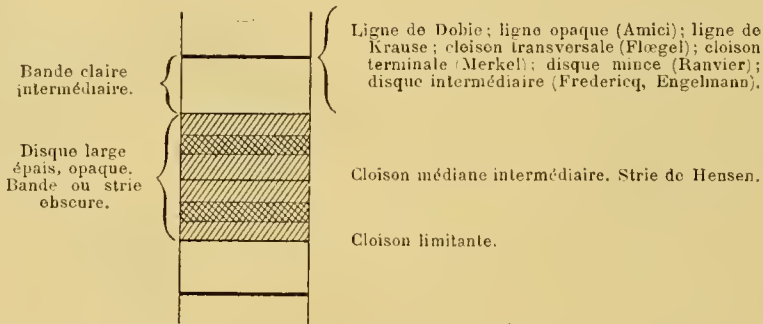


Fig. 19. — Segment musculaire d'une fibrille des muscles jaunes du Dytique à l'état de repos. Extension. (Grand. 3.500. (d'après Tourneux.)

l'a signalée. Nous donnons (fig. 19) une figure schématique sur laquelle nous indiquons les principaux synonymes des parties qui constituent la fibrille musculaire du dytique.

Dans toute fibrille musculaire, on retrouve les détails que nous venons de décrire; mais il arrive que les choses se compliquent, le disque sombre épais et le disque mince pouvant être accompagnés de disques accessoires.

C'est, par exemple, ce que nous rencontrons dans le muscle de la patte du lucane-cerf. Dans le tableau que nous donnons ci-après, nous montrons, d'après Renaut (*Traité d'Histologie*, p. 639), quelle est alors la succession des disques que nous rencontrons en

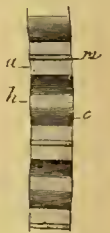


Fig. 18. — Fibrille de l'aile de l'Hydrophile. (2.000 diam.)

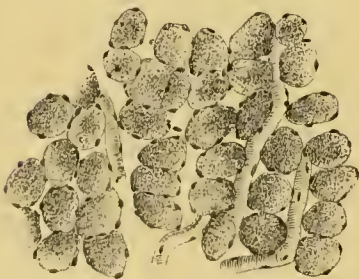


Fig. 16. — Coupe transversale d'un muscle de l'aile du Dytique. (Grand. 100.)

culaires en long, il suffit de prendre un petit fragment de muscle fixé et de le dissocier aux ai-

allant d'un disque mince au disque mince suivant. Pour mieux permettre la comparaison, nous donnons aussi la formule de la fibrille de l'aile du dytique, c'est-à-dire le cas le plus simple. La différence des caractères d'impression servant à ce tableau a pour but de mettre en évidence l'importance plus ou moins grande des parties auxquelles se rapportent les différentes indications :

SEGMENT CONTRACTILE.

Simple. Ex. : Muscle moteur de l'aile des Insectes.	}	1 ^o DISQUE MINCE;
		2 ^o Bande claire;
		3 ^o DEMI-DISQUE ÉPAIS;
		4 ^o Strie intermédiaire de Hensen;
		5 ^o DEMI-DISQUE ÉPAIS;
		6 ^o Bande claire;
		7 ^o DISQUE MINCE;
Complexe. Ex. : Muscle des pattes du Lucanecerf.	}	1 ^o DISQUE MINCE PRINCIPAL;
		2 ^o Bandelette claire intercalaire du disque mince;
		3 ^o Disque mince accessoire;
		4 ^o Bande claire principale;
		5 ^o Disque épais accessoire;
		6 ^o Bandelette claire intercalaire du disque épais;
		7 ^o DISQUE ÉPAIS PRINCIPAL;
		8 ^o Bandelette claire intercalaire du disque épais;
		9 ^o Disque épais accessoire;
		10 ^o Bande claire principale;
		11 ^o Disque mince accessoire;
		12 ^o Bandelette claire intercalaire du disque mince;
		13 ^o DISQUE MINCE PRINCIPAL.

La structure du muscle de l'aile du dytique se retrouve chez tous les Coléoptères et chez un certain nombre d'autres Insectes, mais elle n'est pas générale; ainsi, le muscle de l'aile de certains papillons, de la libellule, de la sauterelle, se rapporte à notre second groupe.

Ces fibrilles que nous venons d'étudier ne sont pas aussi indépendantes les unes des autres que nous l'avons pour ainsi dire admis jusqu'ici. Ranvier a, en effet, montré sur l'hydrophile qu'il existe des anastomoses entre elles. Renaut a retrouvé le même fait chez le xylocope. C'est à cet insecte que se rapporte la préparation représentée sur la figure 20. Ceci a fait supposer à Ranvier que ce que nous avons considéré jusqu'ici comme l'élément le plus simple du muscle, était décomposable en fibrilles encore plus simples. M. Tourneux m'a donné la photographie d'une préparation qui viendrait à l'appui de cette manière de voir. Cette préparation, provenant de l'aile d'un dytique, a subi une compression sur la lamelle. Il en est résulté un écrasement de trois fibrilles, qui leur a donné une striation longitudinale des plus nettes, semblant bien correspondre à une décomposition possible en fibrilles plus simples. Malheureusement, ce hasard heureux de préparation n'a pu être reproduit.

2^e groupe. — Si nous prenons un fragment de muscle volontaire d'un Vertébré, que nous le fixions

par l'alcool et que nous pratiquions une dissociation rapide, nous obtiendrons une préparation qui n'a plus du tout le même aspect que les précédentes.

Nous ne voyons plus les fibrilles isolées les unes des autres, à moins d'employer des artifices de préparation spéciaux. Ces fibrilles sont réunies en ce que l'on appelle un faisceau primitif entouré d'une enveloppe, le sarcolemme, qui ne s'est pas rompue.

On peut séparer ces fibrilles en fixant un fragment de muscle par l'acide picrique pendant 24 heures, et le maintenant ensuite deux jours dans

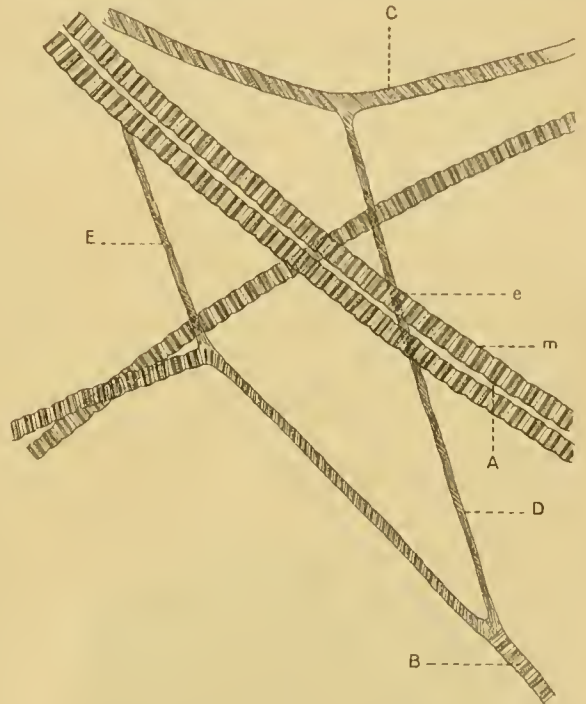


Fig. 20. — Fibrilles (cylindres primitifs) du muscle moteur des ailes du xylocope. — A, cylindres primitifs sans anastomoses; e, disque épais; m, disque mince; BC, cylindres primitifs anastomosés en D et donnant en E une autre anastomose qu'on ne peut suivre dans la préparation.

l'eau distillée à 70° (Renaut). On constate alors qu'elles sont beaucoup plus fines que dans le muscle des ailes des Insectes. La figure 21 donne une idée de la dimension des dernières subdivisions que l'on peut obtenir chez le lapin; il est bon, pour s'en rendre compte, de la comparer à la figure 20, qui représente le muscle de l'aile du xylocope à la même échelle.

Ces fibrilles élémentaires se réunissent en un premier groupement, nommé cylindre primitif de Leydig. Un certain nombre de ces cylindres réunis et entourés d'un sarcolemme forment le faisceau primitif ou fibre musculaire. On se rend bien compte de cette disposition sur une coupe en tra-

vers, comme celle représentée par la figure 22. La

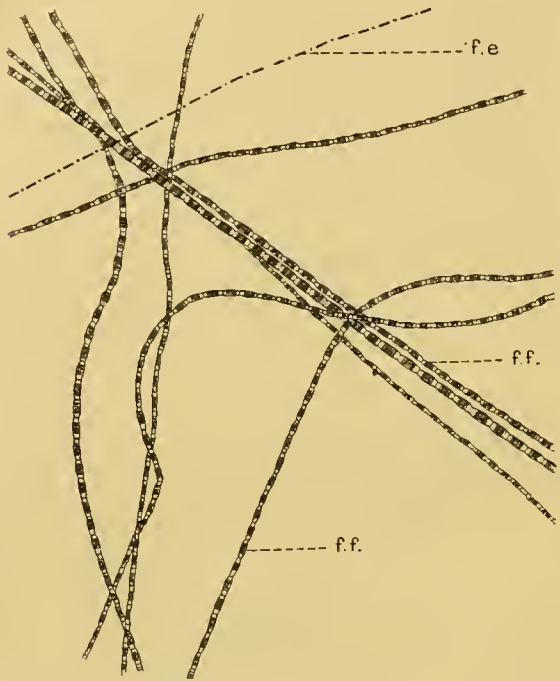


Fig. 21. — Dissociation d'un muscle blanc de lapin. — ff, faisceaux fibrillaires montrant nettement les disques minces et épais et la configuration des disques épais; — f.e, une fibrille élémentaire dégagée et montrant aussi les disques minces.

coupe des cylindres primitifs forme ce que l'on appelle les champs de Cohnheim.

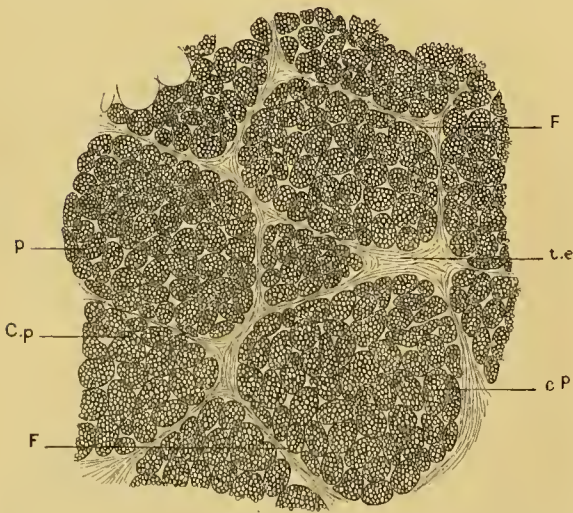


Fig. 22. — Coupe transversale très mince d'un muscle blanc du lapin, pour montrer les champs de Cohnheim et la distribution du protoplasma au sein du faisceau primitif. — FF, faisceaux primitifs coupés en travers; te, traverses de tissu conjonctif qui les unissent et les séparent; Cp, cylindres primitifs de Leydig, séparés par des espaces occupés par le protoplasma hyalin et incolore; p, espaces protoplasmiques et confluent protoplasmique de figures stellaires; cp, cercles minuscules répondant à la section en travers des faisceaux fibrillaires. (400 diam.)

Les faisceaux primitifs sont séparés les uns des

autres par du tissu conjonctif, et leur réunion forme un nouveau groupe, le faisceau secondaire. Puis, on a des faisceaux tertiaires, et ainsi de suite jusqu'au muscle entier.

Sur la coupe que nous avons représentée, on

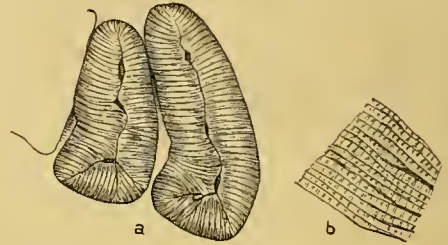


Fig. 23. — a, Coupe à travers deux fibres musculaires (extrémités) de *Dytiscus marginalis*; — b, fragment de la coupe après l'action d'acides dilués. Entre les crêtes primaires de sarcoplasma, on voit de petites crêtes secondaires qui limitent la coupe de fibrilles simples.

n'aperçoit pas les noyaux. La position de ces noyaux varie suivant la nature du muscle auquel on a affaire. Tantôt, ils sont localisés immédia-

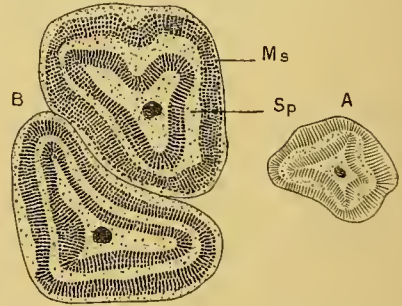


Fig. 24. — Coupe de fibres musculaires striées transversalement chez la *Musca domestica*. — A, faible grossissement; B, fort grossissement; Ms, co'onnettes musculaires en forme de bandes (faisceaux fibrillaires); Sp, sarcoplasma (d'après Schiefferdeker.)

tement sous le sarcolemme; c'est ce qui se produit dans les muscles de l'homme, ou les muscles blancs du lapin. Tantôt, ils sont répandus dans toute l'épaisseur du faisceau primitif, comme chez la grenouille. Tantôt, enfin, ils sont localisés en file dans l'axe, comme dans le muscle de la patte du dytique.

Ce type de muscle se retrouve avec quelques variantes chez tous les Vertébrés, dans la patte des Insectes, dans le muscle de l'aile d'un certain nombre d'entre eux et chez tous les autres Arthropodes. On trouve aussi le muscle strié dans les autres classes d'animaux. Suivant les cas, la disposition des fibrilles, des noyaux et du protoplasma dans le faisceau primitif est très variable, et, pour



Fig. 25. — Coupe de fibres musculaires de l'aile de la Libellule.

en donner une idée, le mieux est de reproduire ici quelques coupes (fig. 23 à 28).

J'ai déjà dit que l'on connaissait des striations

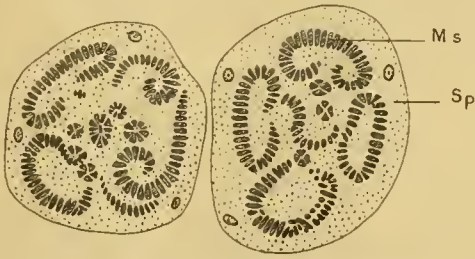


Fig. 26. — Coupe à travers deux fibres musculaires des nageoires d'hippocampe. — Ms, faisceaux fibrillaires (colonnettes musculaires); Sp, sarcoplasma (d'après Rollett).

obliques de la fibre musculaire. Cette disposition a été décrite avec soin par von Daday chez les Ostracodes; je n'y insiste pas davantage, car la véritable signification de cette striation ne me paraît pas encore bien établie.

II. — LA CONTRACTION MUSCULAIRE.

Nous avons étudié la structure du muscle sans rien préjuger de ses propriétés physiologiques.

Sous certaines influences, excitation volontaire ou excitation artificielle, ce muscle peut changer

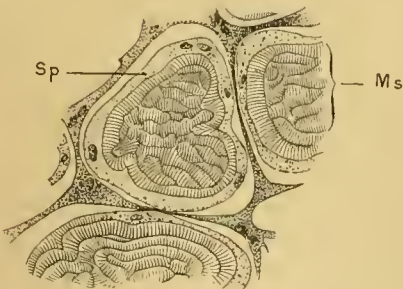


Fig. 27. — Coupe de fibres musculaires de la ligne latérale de la carpe (d'après Kölliker). — Ms, faisceaux fibrillaires; Sp, sarcoplasma.

de forme, c'est-à-dire se contracter. Cette contraction consiste en une diminution de longueur du muscle avec augmentation de la section transversale, sans modification appréciable du volume.

Les causes et le mécanisme intime de la contraction musculaire sont actuellement encore inconnus.

Ce n'est pas faute de travaux et de théories sur ce sujet, car aucun phénomène physiologique n'a provoqué autant de recherches, ni inspiré autant d'explications différentes.

Je ne rappellerai pas les diverses théories émises; une simple énumération ne serait d'aucun intérêt, et une étude quelque peu sérieuse m'entraînerait beaucoup trop loin. Aussi, je m'en tiendrai aux faits.

Nous ne possédons pas, actuellement, les documents nous permettant de suivre la contraction musculaire à travers la série animale. Quelques animaux ont été étudiés d'une façon très détaillée; ils sont rares, et des classes entières n'ont, pour ainsi dire, été l'objet d'aucune expérimentation.

MM. Jolyet et Sellier ont entrepris de combler cette lacune, et ont commencé la publication d'un recueil de graphiques appelé à rendre les plus grands services à tous ceux qui voudront étudier la Physiologie comparée du muscle.

Cependant, avec les matériaux que nous possédons déjà, nous allons pouvoir donner une idée générale assez exacte des propriétés physiologiques du muscle dans la

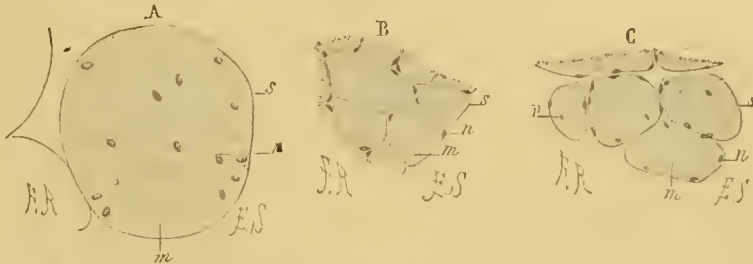


Fig. 28. — A, couturier de la grenouille. — B, muscle blanc du lapin (grand adducteur). — C, muscle rouge du lapin (demi-tendineux). (1.000 diam.). — n, noyaux; m, faisceaux fibrillaires.

série animale. Tous les observateurs ont été frappés par la force considérable que développe un muscle au moment de la contraction. Sans doute, le recrutement de notre marine est trop important en Provence pour que nous puissions ajouter pleine foi à ce récit des matelots qui prétendent que les grands bénitiers (*Tridacna gigas*) peuvent, en fermant leurs valves, couper les câbles d'une ancre; mais il n'en est pas moins vrai que ces animaux développent une force surprenante, suffisante pour mutiler une main qu'ils viendraient à pincer.

Plateau raconte que, chez la *Mya arenaria*, il suffit de casser un peu la coquille au voisinage de la charnière pour la voir s'effondrer sous l'effort des muscles adducteurs. Dans un travail du même auteur, nous trouvons que le hanneton peut traîner un poids égal à quatorze fois celui de son corps, l'abeille un poids vingt-trois fois plus lourd qu'elle même. Moi-même, j'ai vu, avec M. Carvallo, un gastrocénien de grenouille, ne pesant que 0 gr. 9, soulever 3.500 grammes. Ces phénomènes dynamiques du muscle contrastent étrangement avec ses autres propriétés physiques.

Si nous ouvrons la pince fraîche d'un crabe, de

façon à mettre à nu le muscle adducteur qui la remplit presque en entier, nous devons être frappés du peu de consistance de ce muscle. Au lieu de trouver, comme il semble qu'on devrait s'y attendre, en songeant à la force énorme avec laquelle le crabe ferme sa pince, un organe difficile à extirper et à arracher, nous découvrons un tissu beaucoup plus mou que la chair des Vertébrés; c'est presque une véritable gelée. Le même fait se présentera chez les Insectes, et nous constatons ce fait étrange que les animaux dont les muscles ont été reconnus comme les plus puissants ont la chair la plus molle. Ceci paraît au premier abord paradoxal; mais il faut songer qu'il n'y a aucun rapprochement à faire entre la résistance à l'allongement d'un muscle au repos et d'un muscle en contraction. Si l'on isolait un muscle de crabe, on constaterait certainement qu'à l'état d'inactivité, il s'allonge beaucoup pour une faible traction, et il semblerait qu'il n'est capable de soutenir qu'un poids très faible, mais il n'en serait plus de même pendant la contraction. Ce fait n'a pas toujours été bien compris, et c'est en partie à cela que tient le désaccord entre les diverses expériences faites sur ce sujet. Suivant la manière dont un muscle est excité, on trouve des chiffres très différents pour la force-limite qu'il peut développer. Ainsi, Fick a montré, sur l'homme, que la contraction volontaire est toujours supérieure, comme effet produit, à toute excitation artificielle.

Aussi, il n'est pas étonnant de voir la plupart des auteurs attribuer au muscle de l'homme une force, par centimètre carré, supérieure à celle des autres animaux, de la grenouille par exemple; c'est que, dans le premier cas, on opérait avec la contraction volontaire; dans le second, avec une contraction provoquée artificiellement. Une cause d'erreur s'introduit aussi dans ce genre d'expériences par suite de la difficulté qu'il y a à mesurer la section transversale des muscles, d'autant plus que, très souvent, les muscles sur lesquels on opère ne sont pas à fibres parallèles.

Aussi, si nous possédons beaucoup de documents permettant d'apprécier plus ou moins la force d'un groupe de muscles, nous sommes, d'un autre côté, fort mal renseignés sur cette force musculaire rapportée à l'unité de section, ce qui serait vraiment important pour la comparaison des muscles dans la série animale. Pour montrer le désaccord qui existe, à ce point de vue, entre les divers auteurs, il nous suffira de dire que Weber a trouvé que le muscle de l'homme pouvait exercer un effort de 1.000 grammes par centimètre carré environ. Koster et d'autres ont donné des chiffres variant entre 6.000 et 8.000 grammes.

De même, pour la grenouille, Weber estime à

692 grammes la force par centimètre carré, Rosenthal à 3.000 grammes, et moi-même avec M. Carvallo, en appliquant la méthode de calcul de Weber, nous avons trouvé 19.000 grammes.

Voici la série donnée par Plateau :

Moyenne générale chez l'homme	7.902 gr.
— — Mollusques lamellibranches	4.545 —
— — grenouille	2.000 —
— — crabes	1.008 —

Le chiffre donné pour la grenouille me paraît certainement trop faible. Je ne puis porter de jugement motivé pour les Mollusques lamellibranches, n'ayant pas d'expérience sur ce point; mais le chiffre donné par Plateau pour le crabe me semble bien faible, étant donné la force de ces animaux.

Les arguments donnés par cet auteur pour défendre son chiffre ne me paraissent pas concluants.

Il m'est arrivé de mettre un crayon entre les pinces d'un homard de taille moyenne; le bois fut écrasé, et cet effet ne me paraît pas compatible avec le chiffre de Plateau. Je répète qu'il y aurait grand intérêt à ce qu'un même auteur comparât à nouveau la force absolue des muscles dans les diverses espèces animales, en employant autant que possible des procédés identiques.

À côté de la force de contraction du muscle, nous devons aussi considérer sa résistance à la rupture. Or, nous avons trouvé, M. Carvallo et moi, qu'un muscle de grenouille peut, en se contractant, soulever encore le poids qui va le rompre. Supposons, par exemple, qu'un gastrocnémien de grenouille se rompe sous un poids de 1 kilo; si, au moment où l'on accroche ce poids, on excite le muscle, il peut donner de légères secousses. Il arrive même que ce soient ces secousses qui provoquent la rupture.

Mais voici un fait qui me paraît avoir la plus grande importance. Prenons un muscle, un gastrocnémien de grenouille, par exemple. Faisons-lui exercer une certaine traction sur un dynamomètre; cette traction sera de 500 grammes, je suppose. Cela fait, cherchons sous quelle charge se produit la rupture du muscle à l'état de relâchement; elle pourra être de 1.000 grammes. Si, maintenant, nous cherchions à rompre le muscle pendant sa contraction, il faudrait un poids de 1.000 grammes, plus 500 grammes représentant l'effort que le muscle est capable de développer. Cette vérification peut se faire en opérant sur le gastrocnémien symétrique de celui qui a servi à déterminer la charge de rupture à l'état de relâchement. Ceci démontre d'une façon indiscutable l'exactitude de cette proposition, sur laquelle M. Chauveau a tant insisté, et que l'on peut formuler ainsi :

« La force développée par un muscle qui se con-

tracte ne résulte pas d'une modification des propriétés du muscle à l'état de repos, mais est produite par un phénomène nouveau, qui n'existe pas dans le muscle inactif, et dont ce muscle n'est, pour ainsi dire, que le support. »

Cette manière de voir concorde aussi parfaitement avec les idées de Pflüger et de Fick, sur les origines de la contraction musculaire.

Pour rendre plus claire la proposition que j'ai énoncée, je ferai une comparaison; mais, bien entendu, je ne veux nullement, dans l'exemple que je vais prendre, établir même une simple analogie avec les causes de la contraction musculaire. Suivant les théories de Pflüger et de Fick, qu'il n'y a pas lieu de développer ici, je crois que la cause première de la contraction musculaire est un phénomène purement chimique; l'exemple que je cite est, au contraire, du domaine purement physique; je le prends parce qu'il me semble plus simple pour ce qui nous occupe.

Pour allonger d'une certaine quantité un ressort à boudin, il faut une certaine force; admettons que ce soit 1.000 grammes. Ce ressort à boudin nous représente le muscle relâché. Faisons passer un courant électrique dans le ressort; les diverses spires vont s'attirer les unes les autres, le ressort se contractera, et, pour l'allonger au même point que précédemment, il faut exercer une traction de 1.000 grammes, plus ce qui est nécessaire pour vaincre l'attraction des spires due au passage du courant. Cette seconde force pourra être de 500 grammes, par exemple.

Ce sont ces 500 grammes qui représentent la force développée par le ressort qui se contracte. Cette force est complètement indépendante de la rigidité du ressort, du diamètre et de la nature du fil, et, par suite, n'est nullement liée aux propriétés physiques de ce ressort. Elle résulte exclusivement d'un phénomène nouveau dont le ressort n'a été que le support.

On conçoit maintenant pourquoi il n'y a aucune relation entre la force énorme que peut développer un muscle et sa consistance à l'état de repos, pourquoi aussi l'étude de la force que peuvent exercer les divers muscles dans la série animale serait un des éléments les plus importants de la physiologie comparée du muscle et apporterait une contribution importante à la connaissance des origines de la contraction musculaire.

Malheureusement, cette étude n'a pas été faite d'une façon assez suivie.

Jusqu'ici, les efforts des divers expérimentateurs se sont surtout portés sur l'application de la méthode graphique à la contraction musculaire.

Le premier myographe est dû à Helmholtz. Malgré de nombreuses imperfections, cet instrument

permet à son illustre inventeur de découvrir les phénomènes les plus importants de la contraction musculaire. Aujourd'hui, presque chaque expérimentateur a son myographe; en France, c'est le modèle de Marey qui est le plus employé.

Un myographe consiste essentiellement en un levier mobile autour d'un axe, dont la pointe inscrit ses déplacements sur un papier enroulé. En général, on relie l'extrémité du muscle dont on veut enregistrer les mouvements au levier myographique par un fil attaché à une certaine distance de l'axe de rotation. Très près de cet axe, on fixe un autre fil supportant un poids tenseur et chargé de ramener le levier lorsque le muscle s'allonge. On a ainsi un myographe dit isotonique, ce qui veut dire que, pendant toute la durée des opérations, la tension exercée sur le muscle est constante. Dans d'autres cas, le muscle exerce sa traction au voisinage de l'axe de rotation, le levier étant ramené par un ressort. Dans ce cas, le muscle ne se raccourcit pour ainsi dire pas; le myographe est dit isométrique.

Parfois aussi, le levier repose sur la face latérale du muscle, dont on enregistre alors le gonflement.

Quand on fait une excitation brève du muscle, soit directement, soit par l'intermédiaire du nerf, on enregistre, par un des procédés que nous venons d'indiquer, ce que l'on appelle une secousse musculaire, c'est-à-dire que, sur le graphique, on constate que le muscle s'est raccourci en se gonflant, puis a repris sa forme primitive. En général, il n'y a pas de plateau, c'est-à-dire que le raccourcissement maximum n'est pas durable.

Je reviendrai plus loin sur la forme de cette secousse; mais, auparavant, il y a une remarque importante à faire.

Si nous provoquons la contraction musculaire en excitant le muscle par l'intermédiaire de son nerf, la secousse se produit, en même temps, en tous les points du muscle. Il en est de même si une excitation électrique traverse le muscle dans toute sa longueur. Mais Aeby, le premier, et beaucoup d'autres auteurs depuis lui, ont montré qu'en portant l'excitation en un point de l'extrémité du muscle, la contraction, d'abord localisée au point excité, se propage comme une onde tout le long du muscle.

Ce phénomène a été désigné sous le nom d'onde musculaire; il a été constaté sur des muscles très différents. Aeby, Marey, d'autres encore, ont mesuré sa vitesse de propagation sur le muscle de grenouille. Hermann a fait la même détermination chez l'homme, Romanes chez la méduse. Une expérience d'Engelmann permet de constater la marche de cette onde à l'œil nu. Il suffit, pour cela, de prendre un uretère de lapin; cet organe se comporte comme

une seule fibre musculaire, mais, étant composé de cellules lisses, les mouvements s'y produisent très lentement, et il suffit de pincer une de ses extrémités pour voir une onde partir du point excité et parcourir l'uretère dans toute sa longueur. On peut aussi suivre la marche d'une onde musculaire sur un muscle d'insecte. Il suffit, pour cela, d'arracher une patte à un hydrophile et de faire tomber sur une lame de microscope la goutte du liquide qui s'échappe de la plaie. Dans cette goutte, on dissocie délicatement un fragment de muscle pris dans le premier article de la patte; il faut, dans cette opération, froisser le moins possible les fibres musculaires. On met un couvre-objet et on borde à la paraffine. En examinant cette préparation, on ne tarde pas à voir des fibres admirablement striées être parcourues par l'onde. Cet onde se propage assez lentement pour être vue, mais trop rapidement pour que l'on puisse suivre les modifications de striation qui l'accompagnent.

Voici un tableau emprunté à L. Hermann et qui donne les vitesses de propagation de l'onde mesurées par divers expérimentateurs :

OBJECT.	VITESSE	AUTEUR
Homme vivant.	10-13 ^m	L. Hermann.
Chien et lapin Muscle isolé)	2-6	Bernstein et Steiner.
Grenouille (muscle isolé)	1-1,2	Aeby, V. Bezold, Engelmänn, Place, etc.
Id.	3-5	Bernstein, Valenlin, Hermann.
Tortue (muscle isolé).	0,57	Aeby.
Id.	1,8	Hermann.
Cœur	>0,1	Marchand.
Id.	0,07-0,049	Engelmänn.
Uretère	0,025	Engelmänn.
Méduse	0,5	Romanes.

Certains auteurs ont pensé que la contraction d'un muscle dans son entier résultait d'une superposition d'ondes. Le phénomène de l'onde serait ainsi absolument fondamental. D'autres expérimentateurs croient, au contraire, que, dans la plupart des cas, il ne se présente que sur le muscle fatigué ou altéré. Laulanié, en examinant des larves de *Corythra pluvicornis*, dont la cuticule transparente permet d'examiner au microscope les muscles vivants, a conclu de ses observations que, pendant toute la période où la larve est en bon état, les muscles se contractent dans leur totalité d'un seul coup, et que l'on ne voit apparaître d'onde se propageant d'une extrémité à l'autre qu'au moment où les mouvements se ralentissent par suite du dépérissement de l'animal. J'ai essayé sur divers objets, dont le plus favorable m'a semblé être le muscle hyoglosse de la grenouille, de faire des chronophotographies de la fibre musculaire, pendant sa contraction. J'ai obtenu de très bonnes épreuves avec

des temps de pose de 1/5000 de seconde, mais je n'ai jamais pu voir d'onde.

Quoi qu'il en soit, lorsqu'on provoque la contraction du muscle par une excitation très brève portant soit sur le muscle lui-même, soit sur le nerf, on obtient ce que l'on appelle une secousse musculaire, c'est-à-dire que le muscle se raccourcit brusquement et reprend ensuite sa longueur primitive. Si le muscle a été fixé à un myographe, on enregistre une courbe comme celle qui est représentée sur la figure 29. La branche ascendante correspond à ce que certains auteurs appellent la période d'activité croissante, la branche descendante à ce qu'ils appellent la période d'activité décroissante.



Fig. 29.

Avant d'aller plus loin, il faut signaler ce fait très important, c'est que le muscle ne commence pas à se contracter aussitôt que l'excitation s'est produite; il s'écoule un certain temps, mis en évidence pour la première fois par Helmholtz, et appelé temps perdu ou période d'excitation latente, entre le moment de l'excitation et le commencement de la réponse. Ce phénomène est absolument général dans l'organisme, quel que soit l'organe en jeu. Si la lumière tombe sur la rétine, il faut un certain temps pour que l'œil la perçoive. De même, il s'écoule un certain intervalle entre le moment où l'on fait une piqûre au doigt, et celui où a lieu la perception.

Je m'abstiens de décrire les procédés qui ont été employés pour mesurer cette période latente du muscle; ces mesures sont délicates et exigent de grandes précautions pour ne pas être entachées d'erreurs.

Les divers auteurs qui se sont occupés de cette question ont obtenu, pour le même muscle, des résultats assez variables; malgré cela, il ressort clairement de l'ensemble des résultats que nous possédons une loi fort simple. La période latente d'un muscle est d'autant plus grande que les mouvements produits par ce muscle sont plus lents. Ainsi, pour le muscle de grenouille, on admet généralement qu'il commence à se contracter 0^m01 après l'excitation, tandis qu'il faut, pour la même opération, 0^m3 au muscle de limaçon, et qu'au contraire, chez les Insectes, la période latente devient forcément très courte puisque, chez certains d'entre eux, les coups d'ailes peuvent se succéder à un intervalle de 0^m003.

Diverses circonstances peuvent, d'ailleurs, influencer sur cette période latente: elle varie, en effet, avec la grandeur de l'excitation, avec le poids tenseur, avec la fatigue du muscle. Mais le facteur le plus

important est la température. Si l'on passe de 20° à 0°, on voit la période latente d'un muscle de grenouille devenir quatre ou cinq fois plus longue à basse température. Richet a montré que, si l'on porte sur un muscle une première excitation restant sans effet, une deuxième excitation pourra être accompagnée d'une réponse à période latente plus courte que de coutume, car elle pourra tomber à 0^{''}003 chez la grenouille.

Enfin, remarquons que ce qui devrait à proprement parler être considéré comme la période latente du muscle, c'est l'intervalle qui s'écoule entre l'excitation et le moment où le muscle entre en activité. Or, le moment où le muscle entre en activité n'est pas celui où sa forme extérieure se modifie. Par suite de l'inertie de la matière et de l'élasticité de certaines parties constituant le muscle, il s'écoule un certain intervalle entre ces deux phénomènes; aussi, plus on cherche à réduire ces deux causes d'erreur, plus la période latente mesurée est petite. Certains auteurs prétendent même qu'elle se réduirait à zéro si l'on pouvait la mesurer sur les éléments contractiles isolés du muscle.

Passons maintenant à la secousse proprement dite; là encore nous trouvons de grandes différences entre les muscles des divers animaux, et même entre les divers muscles d'un même animal. Bien entendu, je ne fais pas allusion, en ce moment, à la différence qui existe entre les muscles lisses et les muscles striés, car, depuis fort longtemps, c'est un fait reconnu que les premiers se distinguent des seconds par la lenteur de leur secousse.

En 1873, Ranvier fit une observation de la plus haute importance. Depuis fort longtemps, les anatomistes avaient constaté, chez les Vertébrés, la présence de deux espèces de muscles striés, les muscles rouges et les muscles blancs, mais ils n'en avaient pas compris la signification. La distinction entre muscles rouges et muscles blancs est particulièrement nette chez le lapin domestique. Il est, en effet, aisé de constater que, si la plus grande partie de la chair de cet animal se distingue par sa couleur pâle de celle des autres animaux, il y a cependant quelques muscles de couleur très foncée, par exemple le demi-membraneux ou le solaire. La même distinction peut se faire chez la poule, entre les muscles des ailes qui sont blancs, et ceux des pattes qui sont rouges. M. Ranvier a montré que cette différence anatomique était accompagnée d'une distinction fonctionnelle importante. Si, par une excitation électrique, on provoque la contraction de ces divers muscles, on voit les muscles blancs donner une secousse extrêmement rapide; le muscle rouge, au contraire, se contracte lentement, comme s'il présentait les symptômes de la fatigue. Il est facile de prendre des tracés de ces

deux espèces de muscles, et l'on constate que la secousse du muscle rouge est environ quatre ou cinq fois plus longue que celle du muscle blanc. Par contre, le premier a un avantage sur le second, c'est qu'il se fatigue beaucoup moins vite, de telle sorte que l'on peut dire que le muscle blanc sert à produire les mouvements rapides, le muscle rouge servant aux efforts soutenus.

En 1878 parut un travail, trop longtemps ignoré, de Coutance. Déjà, R. Blanchard avait bien établi que le muscle adducteur du *Pecten* contenait deux sortes de fibres, des fibres lisses et des fibres striées, formant deux masses nettement séparées. Coutance montra que l'une de ces masses, celle qui était composée de fibres striées, produisait des mouvements beaucoup plus rapides que l'autre, dont la caractéristique était la force et l'effort soutenu. Il avait résumé les conclusions de ses recherches dans la formule suivante: Le muscle strié ramène la valve, le muscle lisse la maintient fermée ». De plus, Coutance avait montré que cette différence fonctionnelle se retrouve chez un grand nombre de Mollusques acéphales, même chez ceux où il n'y a pas à faire de distinction entre un groupe de fibres striées et un groupe de fibres lisses dans le muscle adducteur des valves.

Puis, Richet montra chez l'écrevisse, en 1879, l'adaptation remarquable à la fonction du tissu musculaire. La locomotion rapide de l'écrevisse se fait à l'aide de la queue, qui lui sert comme d'une rame; dans ce but, cette queue est munie de muscles se contractant très rapidement. Les pinces ne se ferment que lentement, mais avec une grande force; aussi, le muscle qui les fait mouvoir donne-t-il une secousse plus longue que le muscle de la queue; nous retrouvons les mêmes différences qu'entre les muscles rouges et blancs; mais, ici, la fonction de chacun d'eux est très séparée et les phénomènes d'adaptation sont bien mis en évidence.

Enfin, il résulta d'un travail de Cash que, même chez un animal comme la grenouille ou le crapaud, où il ne semble pas qu'il doive y avoir entre les divers muscles de différence fonctionnelle bien grande, chaque muscle a une forme de secousse déterminée, si bien qu'à la seule inspection du tracé on peut dire quel est le muscle sur lequel il a été pris. Grützner a expliqué cela en supposant, dans tous les muscles, la présence de deux espèces de fibres musculaires, les unes à contraction rapide, les autres à contraction lente. Suivant les nécessités fonctionnelles, il y aurait dans un muscle prédominance de l'une ou de l'autre espèce de ces fibres, et la forme de la secousse serait modifiée.

Chez les Insectes, on trouve aussi des muscles à secousse rapide ou lente. Rollett a pris des tracés sur divers Coléoptères, entre autres sur

l'hydrophile, le hanneton et le dytique, et ses graphiques nous font voir que les deux premiers de ces trois Insectes ont des muscles à secousse lente comparables aux muscles rouges du lapin, le dytique donnant une secousse plus brève. Ces expériences ne se rapportent qu'aux muscles des pattes; malheureusement, on n'a pu encore expérimenter sur ceux des ailes, qu'il serait cependant si utile d'étudier physiologiquement comme on l'a fait anatomiquement.

Nous avons donc vu que non seulement la rapidité de la secousse varie d'un animal à l'autre, suivant qu'il a, d'une façon générale, des mouvements plus ou moins lents, mais encore que les divers muscles d'un même animal s'adaptent à sa fonction particulière. Il est encore bon de citer cet exemple intéressant, signalé par M^{lle} Pompilian, de la période latente du muscle rétracteur des cornes de l'escargot, très courte par rapport à celle des autres muscles du corps.

Je n'ai pas encore parlé d'un facteur qui a une influence de premier ordre sur ce genre de phénomènes, c'est-à-dire de la température. Marey, le premier, a mis cette action en évidence sur le muscle de la grenouille. Plus la température est basse, et plus sont longues la période latente et la secousse elle-même. Tous les muscles de la série animale sont soumis à cette loi; aussi, lorsque l'on fait des comparaisons de tracés, faut-il tenir grand compte de ce facteur.

Si l'on ajoute que la grandeur de l'excitation et le poids tenseur modifient aussi la forme du tracé de la secousse, on comprendra combien il est difficile de mettre en parallèle les résultats de recherches des divers auteurs sur tel ou tel animal. Comment comparer les tracés de Richet sur l'écrevisse à ceux de Rolett sur les Insectes ou à ceux de Cash sur la grenouille et le crapaud? C'est pour cette raison, je le répète, que MM. Jollyet et Sellier nous rendront un service considérable en publiant une série de tracés, pris dans les mêmes conditions, sur divers animaux.

Lorsqu'au lieu de faire une excitation unique, on la répète périodiquement, on voit les secousses se succéder; mais, si elles se rapprochent trop les unes des autres, elles se fusionnent de plus en plus, et, pour une fréquence suffisante, on a un raccourcissement permanent ou tétanos physiologique. Le mot de fusion des secousses n'est pas très heureux, la secousse est un phénomène tout à fait artificiel; et ce n'est pas simplement la succession d'un certain nombre de secousses qui produit le raccourcissement du muscle à l'état de tétanos. Il est très aisé de se rendre compte de ce fait. Portons, soit sur un muscle, soit sur un nerf moteur, une excitation très faible; nous n'aurons sans doute aucune

réponse, mais faisons croître peu à peu l'excitation; il arrivera un moment où le muscle donnera une très légère secousse: nous serons à l'excitation minimale ou au seuil de l'excitation. A partir de ce moment, la hauteur de la secousse croît rapidement, pour atteindre un maximum qu'elle ne dépassera pas. Il est un muscle, le cœur, pour lequel toute excitation, ou bien est insuffisante à produire la moindre réponse, ou bien donne la secousse maximale; il n'y a pas d'intermédiaire. Pour les autres muscles, il n'en est pas ainsi; mais l'intervalle entre le commencement de la réponse du muscle et la secousse maximale est très resserré; il faut une gradation très précise de l'excitation pour avoir une série de secousses croissantes.

Il ne faut pas se tromper sur le mot de secousse maximale: il semblerait *a priori* qu'elle doit correspondre au plus grand raccourcissement dont le muscle est capable; or, il n'en est rien. Le muscle ne peut pas donner de secousse plus haute, quelle que soit la grandeur de l'excitation, mais à une condition, c'est que cette excitation soit unique.

Si elle vient à se répéter avec une certaine périodicité, on constate que, pendant un temps parfois très long, chaque secousse est légèrement plus haute que la précédente, et la série forme une sorte d'escalier, d'où le nom qui lui a été donné: « die Treppe, l'escalier ».

Si, maintenant, nous passons au tétanos, nous aurons un raccourcissement beaucoup plus grand encore.

Cela prouve que ce ne sont pas les conditions mécaniques du muscle qui s'opposent à ce que la secousse dépasse une certaine hauteur, mais que cette limite tient à la nature de l'excitation. On voit donc que l'étude de la secousse musculaire, quoique étant très importante, ne nous renseignera jamais parfaitement sur la fonction physiologique du muscle des divers animaux. Elle y apporte toutefois une contribution considérable, car, de la longueur de la secousse, on peut prévoir la facilité plus ou moins grande avec laquelle se produira le tétanos; il faut, en effet, une répétition d'autant plus fréquente des excitations que la secousse est plus courte, et les trois phénomènes: période latente, longueur de la secousse et production du tétanos, marchent sensiblement parallèlement.

Certes, l'étude de la contraction musculaire chez les divers animaux est très importante, mais la comparaison des résultats est extrêmement difficile par suite de la différence de structure qui existe entre ces muscles. Mais nous savons que, pendant le développement des embryons, leurs organes et leurs tissus subissent une série de transformations représentant les divers stades que l'on trouve chez les animaux placés plus bas dans

l'échelle des êtres. Pour cette raison, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à étudier la contraction musculaire chez les embryons de Mammifères. J'ai entrepris ces recherches sur le fœtus de cobaye, en collaboration avec M. Carvallo.

Les recherches de Patrizzi sur le *Bombyx mori* ne rentrent pas dans cet ordre de faits, car le ver, la chrysalide et le papillon sont, à ce point de vue, des animaux différents.

Avant nous, Soltmann avait trouvé que le muscle du nouveau-né se contracte lentement, comme celui de l'adulte lorsqu'il est fatigué.

Meyer, expérimentant sur le chien, avait aussi donné des tracés extrêmement allongés de la secousse.

Nous n'avons pas observé pareille chose sur le cobaye à terme, qui donne une secousse sensiblement aussi rapide que l'animal adulte.

Pour opérer avec les fœtus très jeunes, il faut opérer avec beaucoup de précautions, en plaçant la mère dans un bain d'eau salée, à 7 ‰ de chlorure de sodium, à la température du corps, c'est-à-dire à 38° environ. Le fœtus doit être conservé sous le liquide pendant toute l'opération. On constate alors que plus l'animal est jeune et plus la secousse que donne son gastrocnémien est allongée. En faisant varier la température, on voit qu'elle agit comme sur tous les muscles. De même, la période latente augmente et le tétanos se pro-

duit d'autant plus facilement que l'on refroidit davantage l'eau du bain.

On voit qu'au point de vue physiologique il se produit une transformation continue et progressive dans le muscle; c'est par gradation lente que l'on passe du muscle le plus lent au muscle le plus rapide, et, à la seule inspection de la fonction d'un muscle, on peut en déduire très approximativement la période latente, la longueur de la secousse, la facilité avec laquelle se produit le tétanos.

L'architecture des muscles est soumise à des lois connues aujourd'hui et nous avons vu que tous les muscles ont une disposition rationnelle de leurs fibres.

C'est l'histologie comparée des muscles qui est la moins avancée, et l'on n'a pu encore établir aucun lien précis entre la structure de la fibre musculaire et ses propriétés fonctionnelles; c'est sur ce point, semble-t-il, que devrait porter l'effort des chercheurs¹.

D^r G. Weiss,

Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

¹ Dans la première partie de cet article, on a donné par erreur, pour représenter la complication que peut atteindre la structure de la paroi musculaire de certains animaux, une coupe de *Sagartia parasitica* (fig. 14, page 1075). Cette complication eût dû être figurée par une coupe de *Protula protusca*.

REVUE ANNUELLE D'EMBRYOLOGIE

En inaugurant ici une Revue annuelle d'Embryologie, nous devons dire tout d'abord en quoi consistera ce travail et comment nous avons l'intention de le comprendre.

Depuis longtemps déjà, la tendance des sciences morphologiques est de plus en plus tournée vers l'Embryologie : l'Anatomie descriptive, de même que l'Anatomie comparée, sont devenues tributaires de l'histoire du développement de l'homme et des animaux ; pour beaucoup de zoologistes, la Systématique apparaît comme devant être une application rationnelle de l'Embryologie, et les grandes questions d'Embryologie générale, si passionnantes, s'imposent tous les jours davantage à l'esprit des jeunes savants, aussi bien botanistes que zoologistes.

Les revues générales d'Anatomie ou de Zoologie qui paraissent ici même, chaque année, se ressentent un peu de cet esprit particulier des sciences biologiques. Venant après elles, notre premier devoir sera donc d'éviter de faire un double emploi avec elles.

Cependant, nous ne pouvons pas oublier que l'Embryologie est une science complète, indépendante des autres parties de la Biologie. Son but est, en effet, nettement déterminé et, si elle a pris quelques-unes de ses méthodes à l'Histologie, ses principales lui appartiennent bien en propre.

L'Embryologie ne peut plus être considérée, maintenant, comme un simple chapitre de la Physiologie, ainsi que le comprenait l'enseignement de la Sorbonne au siècle qui vient de finir. C'est également davantage qu'une science morphologique, comme on la trouve définie dans le célèbre Traité de Kölliker. Son rôle est beaucoup plus grand, car elle doit montrer quelle est l'origine des êtres vivants, comment se constituent les organes et de quelle façon arrivent à fonctionner les organismes adultes.

L'Embryologie, appelée encore *Embryogénie* ou *Ontogénie*, peut se diviser en Embryologie animale et Embryologie végétale ; mais, vue dans son ensemble, elle comprend les parties suivantes : d'abord, la connaissance des éléments sexuels, de la fécondation et des premiers stades de développement ; ensuite, l'étude de l'embryon proprement dit, qui doit être envisagé successivement au point de vue statique et au point de vue dynamique. Dans le premier cas, nous avons l'*histogénèse*, l'*organogénèse* et la *morphogénèse* ; dans le deuxième cas, nous avons l'étude des formes larvaires et des métamorphoses, la connaissance des rapports que l'embryon affecte avec le milieu dans lequel il vit,

et la *physiogénèse*, qui comprend l'histoire de l'évolution des fonctions organiques. Chacune de ces parties peut se subdiviser elle-même en étude des types normaux et en étude des types anormaux ou *tératologie*.

Enfin, couronnant tous ces différents points de vue, se trouve l'*Embryologie générale*, qui cherche à tirer les lois du développement, et qui étudie les grands problèmes de la vie s'y rapportant : hérédité, hybridité, télégonie, origine des sexes, etc. Par là, l'Ontogénie est reliée à l'autre science sœur, la *Phylogénie*, qu'on appelle encore *Science de la Descendance* ou de l'*Évolution*.

Tel est le vaste champ dans lequel nous aurons à glaner ; champ vaste, non seulement par son étendue, mais encore par le nombre de produits qu'il fournit chaque année. Quelques-uns nous échapperont sans doute et, parmi eux, peut-être des plus importants. Aussi serions-nous très reconnaissant à tous les embryologistes de nous envoyer, au bureau de la *Revue*, un tirage à part de leurs Mémoires.

Naturellement, nous n'avons pas l'intention de rendre compte, chaque fois, de tous les travaux de l'année qui parviendront à notre connaissance. Nous choisirons, parmi eux, ceux qui formeront un ensemble sur un sujet donné, reportant les autres à une revue ultérieure. C'est ainsi qu'il pourra nous arriver de parler de Mémoires déjà vieux de deux ou trois ans. Si l'actualité y perd, l'intérêt même de nos lecteurs y trouvera son compte, nous l'espérons.

I. — SUR LA FÉCONDATION

1. *Recherches sur la Fécondation chez les Animaux*. — En 1889, Boveri¹ avait montré que des ovules privés de leur noyau, puis fécondés, s'étaient développés comme des ovules complets. Ces expériences furent reprises occasionnellement par Morgan en 1896, puis par Ziegler en 1898 ; elles l'ont été surtout, depuis trois ou quatre ans, par Delage, dans des conditions précises et plus démonstratives.

Boveri et Morgan expérimentaient un peu à l'aiguë, en secouant tout simplement des œufs dans un tube de verre, et Ziegler opérait sur des œufs fécondés. Delage² mérotomise directement

¹ BOVERI : Merogonie (Y. DELAGE) und Ephebogenesis (B. RAWLITZ), neue Namen für eine alte Sache. *Anat. Anz.*, 1901, t. XIX, p. 156-172.

² DELAGE (Y.) : Etudes sur la mérogonie. *Arch. Zool. expér.*, 1899, t. VII, p. 383-417, avec 41 fig. — Embryons sans noyau maternel. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 10 octobre 1898

les œufs vierges auxquels il s'adresse et peut arriver, ainsi, à faire agir les spermatozoïdes sur des fragments non nucléés, représentant seulement, dit-il, la 37^e partie de l'ovule primitif¹.

D'un autre côté, Boveri, Morgan et Ziegler ne s'étaient adressés qu'à des œufs d'oursin, alors que Delage expérimente sur des œufs d'Echinodermes (*Strongylocentrotus lividus*), de Mollusques (*Dentale entale*) et de Vers (*Lanice conchylega*). Dans ces conditions, il obtient des larves avec plus de facilité, même, qu'avec des œufs entiers conservés comme témoins. Il arrive ainsi à se faire une opinion, un peu particulière, de la fécondation. « Le phénomène essentiel de la fécondation, conclut-il, n'est pas la fusion des noyaux spermatique et ovulaire dans l'œuf, mais bien l'union d'un noyau spermatique (accompagné de son spermo-centre) avec une certaine masse de cytoplasme ovulaire. » C'est ce phénomène essentiel que reproduiraient ses expériences, phénomène auquel il donne le nom de *mérogonie* ou *fécondation mérogonique*.

Cependant, si la mérotomie employée par Delage est une méthode supérieure au secouage de l'œuf, elle reste toujours soumise au même reproche de brutalité qu'on a appliqué avec raison à la méthode de Boveri. Le nouveau procédé suivi cette année par Rawitz² est, certes, beaucoup plus rationnel, quoiqu'il ne soit pas davantage exempt de reproches comme le pense l'auteur.

Pour ses expériences, Rawitz prend d'abord des espèces très éloignées l'une de l'autre, comme une Holothurie et un Oursin, de manière à éviter tout croisement possible. Ensuite, il plonge les éléments séminaux des espèces choisies dans une solution de chlorure de magnésium et de borax additionnée ou non de phosphate de chaux.

Dans ces solutions, les spermatozoïdes, enlevés directement du testicule, mûrissent promptement, c'est-à-dire acquièrent leurs mouvements caractéristiques; c'est ce que Rawitz appelle *maturation artificielle de semence*. Quant aux œufs, les uns ne changent pas, d'autres meurent, et un troisième

groupe subit les changements suivants : la capsule ovulaire se fend et rejette tout son contenu; alors l'ovule, en se contractant, expulse son noyau et devient comparable à un cytode d'Heckel. C'est sur ces cytodes d'Oursin que Rawitz fait agir de la semence d'Holothurie. Après avoir pénétré dans leur intérieur, les spermatozoïdes grossissent et prennent l'aspect d'un pronucléus; puis, ils se divisent et déterminent ainsi un premier élevage du cytode; d'autres élevages semblables suivent; mais, à chaque fois, la quantité de chromatine contenue dans les blastomères diminue, de sorte que les derniers blastomères paraissent être sans noyau. Ce phénomène s'arrête de bonne heure, après le stade morula ou blastula par exemple, puis l'œuf meurt.

En résumé, dit Rawitz, ces expériences montrent que de la semence mâle apportée sur un sol inerte, mais approprié, peut donner d'elle-même naissance à un nouvel organisme. C'est confirmer, par là même, une hypothèse que Giard a émise il y a deux ans³ en vue d'expliquer les résultats obtenus par Boveri, Morgan, Ziegler et Delage.

Pour Giard, on n'aurait pas affaire, dans les expériences de ces auteurs, au développement normal d'un morceau d'œuf fécondé par un spermatozoïde. Ce serait tout simplement le développement du spermatozoïde lui-même, qui trouverait, dans le fragment d'œuf, l'énergie suffisante pour croître et se diviser; autrement dit, on aurait affaire à une sorte de parthénogenèse mâle, à une *éphébogenèse* (ἐφήβος, adolescent), dit Rawitz, analogue à celle qui avait été observée, à la même époque, par Siedlecki, sur l'*Adela ovata*, et, par Klebs, chez des plantes inférieures.

Cette opinion, outre qu'elle fait rentrer les nouveaux faits observés dans les lois connues de la Biologie, explique certains résultats paradoxaux obtenus par Delage. Ainsi, Delage ayant obtenu, dans ses expériences de mérogonie, plus d'embryons que dans ses expériences de contrôle où les œufs étaient gardés entiers, Giard pense que ces derniers n'étaient pas encore complètement mûrs; dans ces conditions, ils devaient phagocyter les spermatozoïdes qui seraient venus pour les féconder; au contraire, les fragments d'ovules énucléés, ne pouvant plus exercer cette phagocytose, auraient laissé le noyau mâle se développer à leurs dépens.

L'interprétation de Giard permet encore de comprendre les phénomènes observés par Hérou-

¹ Giard vient de faire connaître à la Société de Biologie (Pour l'histoire de la Mérogonie. *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 19 oct. 1904) un travail de J. Rostafinski, paru en 1877: *Sur la divisibilité de l'œuf* (dividua ovi natura) et sur la fécondation chez les Algues. Dans ce Mémoire, non seulement le professeur de Cracovie « pose de la façon la plus nette le problème de la mérogonie », mais encore il se sert des « diverses techniques qui ont été suivies depuis, par les embryogénistes, pour sectionner l'œuf animal. »

Dans la même communication, Giard signale un travail tout nouveau de Hans Winkler (Ueber Merogonie und Befruchtung, *Jahrbücher f. wiss. Botanik*, 1901, Bd. XXVI, Heft 4), qui a fait, sans grand succès, du reste, d'autres expériences de mérogonie sur des végétaux.

² RAWITZ (B) : Versuche über Ephemogenesis. *Arch. f. Entw. mech.*, 1901, t. XI, p. 206-221, avec 1 pl. — Neue Versuche über Ephemogenesis. *Arch. f. Entwicklungsmech.*, 1901, t. XII, p. 434-470, avec 1 pl.

³ GIARD (A.) : A propos de la parthénogenèse artificielle des œufs d'Echinodermes. *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 4 août 1900. — Sur le développement parthénogénétique du microgamète des Métazoaires. *C. R. Soc. Biol. de Paris*, séance du 4 novembre 1899. — Parthénogenèse du macrogamète et du microgamète des organismes pluricellulaires. *Cinquante-tenaire de la Société de Biologie*, Paris, 1900, p. 654-667.

Royer, en 1883, et par Millardet, en 1894; ces savants ayant obtenu des hybrides à caractères paternels exclusifs ou au moins prédominants, il est probable, en effet, que le pronucléus mâle seul se serait développé, alors que le pronucléus femelle aurait dégénéré.

Une autre hypothèse, qui rappelle le quadrille des centres de Fol, a été donnée par Le Dantec¹ pour expliquer la mérogonie. Dans la fécondation, Le Dantec admet deux actes complètement distincts : 1° une attraction entre deux karyoplasmes sexués (copulation des pronucléus); 2° une attraction entre cytoplasmes également sexués, l'un mâle, représenté par le spermocentre (protoplasma mâle), l'autre femelle, l'ovocentre (protoplasma femelle), qui ne serait plus figuré dans l'ovule mûr, mais y résiderait néanmoins sous forme diffuse. A l'état normal, il y aurait donc une fécondation protoplasmique en même temps qu'une fécondation nucléaire; dans les cas de mérogonie, le premier acte subsisterait seul, et suffirait pour amener le clivage de l'œuf.

Dans une note ultérieure, Delage² revient sur ses expériences pour discuter et rejeter les interprétations de Giard et de Le Dantec. Il affirme de nouveau sa conviction que le phénomène essentiel de la fécondation est « la substitution d'un noyau mâle au noyau femelle dans le protoplasma ovulaire ». C'est là, en définitive, donner une nouvelle forme à la conception ovulaire de Boveri, qui refuserait à l'ovule l'excitabilité cinétique.

Malheureusement, pour la conception de Boveri, au moins, Conklin³ vient de montrer, d'une façon très nette, que l'ovule mûr possède toujours son centrosome (à l'état figuré) et que ce dernier joue un rôle, aussi important que le spermocentre, dans le phénomène de la fécondation. Conklin reconnaît, en outre, que le quadrille des centres n'existe pas comme il l'admettait encore en 1894; « il avait été induit en erreur, dit-il, par une lobulation ou même une fragmentation de la sphère qui se produit dans certains cas ». Voir également, sur ce sujet, un travail de Smallwood⁴, que nous n'avons pu nous procurer.

Toutes ces recherches morphologiques sont certainement très intéressantes; mais, à elles seules,

elles ne pourront nous renseigner exactement sur la nature de la fécondation, ni sur les points si importants qui s'y rattachent. Il faudra, de toute nécessité, que l'on cherche à acquérir des idées plus exactes sur la physiologie des éléments sexuels et, en particulier, sur les transformations chimiques qui se font dans l'intérieur de l'ovule et dans les noyaux sexuels. Ces questions sont difficiles, impossibles à résoudre de bien longtemps encore; mais il faut quand même les aborder, sans s'effrayer du peu de résultats que l'on obtiendra tout d'abord. C'est pour cela que nous tenons à signaler, ici, quelques essais qui sont en rapport avec ces idées.

Nous citerons d'abord une étude de Yves et Marcel Delage¹ sur les relations qui existent entre la constitution chimique des produits sexuels et celle des solutions capables de déterminer la parthénogénèse, puis deux notes, l'une de Piéri², l'autre de Winkler³, qui signalent la présence, dans le spermatozoïde, d'une sorte de ferment soluble, pouvant agir sur l'ovule lors de la fécondation et de la segmentation. C'est en secouant fortement, pendant un quart d'heure, des œufs d'Echinides dans un verre contenant de l'eau distillée que Piéri a obtenu un liquide sous l'influence duquel des œufs vierges se sont segmentés et ont atteint le stade morula. C'est également sur des œufs de Coelentérés (*Sphaerechinus granularis* et *Arbacia pustulosa*) que Winkler a opéré. Dans une première série d'expériences, il met du sperme dans de l'eau distillée, filtre au bout d'un quart d'heure et ajoute de l'eau de mer en remuant constamment; dans une seconde série, il ajoute, à de l'eau de mer, 20% de sel, ce qui suffit pour tuer les spermatozoïdes. Dans les deux cas, il a vu un petit nombre d'œufs montrer des signes de segmentation, d'abord régulière pour les deux premiers clivages, ensuite irrégulière.

Ces essais sont évidemment purement empiriques et, par là même, sont sujets à des critiques assez sérieuses; mais ils ont l'avantage d'attirer l'attention des savants sur cette question. Déjà un physiologiste de profession, R. Dubois, a commencé des recherches plus rationnelles sur le même sujet; dans une Note à la Société de Biologie⁴, il arrive

¹ LE DANTEC (P.) : Centrosome et fécondation. *C. R. Ac. Sc.*, 1899, t. CXXVIII, p. 1341-413. — L'équivalent des deux sexes dans la fécondation. *Rev. gén. des Sc. pures et appliquées*, 1899, t. X, p. 854-863.

² DELAGE (Y.) : Sur l'interprétation de la fécondation mérogonique et sur une théorie nouvelle de la fécondation normale. *Arch. Zool. expér.*, 1899, t. VII, p. 514-527.

³ CONKLIN (E.-G.) : Centrosome and sphere in the Maturation, Fertilization and Cleavage of *Crepidula*. *Anat. Anz.*, 1901, t. XIX, p. 280-287, avec 8 diagrammes.

⁴ SMALLWOOD : The centrosome in the Maturation and Fertilization of *Bulla*. *Biological Bull.*, 1901, t. II, p. 4.

¹ DELAGE (Yves et Marcel) : Sur les relations entre la constitution chimique des produits sexuels et celle des solutions capables de déterminer la parthénogénèse. *C. R. Ac. Sc.*, 24 décembre 1900.

² PIÉRI (J.-B.) : Un nouveau ferment soluble : l'ovulase. *Arch. Zool. expér.*, 1899, t. VII, notes p. xxix.

³ WINKLER (Hans) : Ueber die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extraktivstoffen, aus dem Sperma. *Wachr. K. Ges. Wiss. Göttingen Matn. phys. Kl.*, 1900, 187-193; C. R. in *Zool. Centrbl.*, 1900, t. VII, p. 551-552.

⁴ DUBOIS (R.) : Sur la spermase et l'ovulase. *C. R. Soc. Biol.*, 3 mars 1900.

également à admettre, dans le spermatozoïde, l'existence d'une zymase et, dans l'œuf, celle d'une substance, au moins, qui serait modifiable par la zymase spermatique.

Cela est à rapprocher du ferment diastatique que Muller et Masuyama ont découvert dans l'œuf de poule¹. Malheureusement, la question vient d'être reprise tout dernièrement par Loeb² et par Gies³ sur les éléments sexuels d'*Arbacia* et, cette fois, elle a été résolue négativement. Loeb n'a obtenu aucun résultat en faisant agir quelques ferments variés sur l'œuf vierge; de même, pour Gies, aucun fait bien observé ne montrerait l'existence d'une substance zymogène dans le spermatozoïde.

2. *Recherches sur la Fécondation chez les Végétaux.* — Ces travaux nous conduiraient à parler des dernières recherches sur le clivage de l'œuf, puis des théories actuelles sur la fécondation; mais, auparavant, nous devons dire deux mots des découvertes, si importantes, faites chez les végétaux, presque au même moment, par Nawaschin⁴ et par Guignard⁵. Ces deux savants ont montré que les phénomènes qui se passaient lors de la fécondation, chez les Angiospermes, étaient plus complexes qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. En effet, tandis qu'un des deux noyaux mâles du boyau pollinique se fusionne avec l'oosphère pour former l'œuf fécondé, l'autre noyau, généralement le dernier, s'unit avec le noyau secondaire du sac embryonnaire pour former le noyau de l'albumen. L'ensemble de la fécondation se composerait donc, chez ces végétaux, de deux phénomènes distincts: l'un qui donnerait naissance à l'embryon, l'autre qui formerait les substances de réserve destinées à la nourriture de cet embryon.

Depuis, d'autres recherches faites par Guignard⁶,

par Ethel Thomas¹, par Land², par Ethel Sargent³, qui donne une bonne bibliographie de la question, et surtout les expériences de de Vries, dont nous parlerons plus loin, sont venues confirmer cette découverte et l'étendre à un grand nombre de plantes de genres ou de familles différents. Cependant, E. Strasburger⁴, passant en revue et discutant toutes les recherches faites sur ce sujet, arrive à une conclusion quelque peu contraire à celle de Nawaschin et de Guignard. Pour lui, la formation de l'endosperme ne serait pas nécessairement précédée de la fusion de deux noyaux, et, d'un autre côté, cette fusion pourrait se faire sans être nécessairement suivie de la formation de réserves nutritives. Ainsi, chez les Orchidées, où, dès 1877, il aurait montré l'existence d'une double copulation de noyaux se faisant dans le sac embryonnaire, il ne se forme pas d'endosperme, et cette absence est due tout simplement, dit-il, à ce que l'embryon des Orchidées n'a pas besoin de substances de réserve pour se développer.

D'un autre côté, Juel (cité par Guignard⁵) a montré que, chez une plante parthénogénétique, l'*Antennaria Alpina*, l'albumen se forme sans qu'il y ait fusion préalable des noyaux polaires, et, pour Webber⁶, chez le maïs, cette formation peut se faire avant la fécondation.

Strasburger propose de séparer les deux ordres de phénomènes sous les noms d'*imprégnation générative* (union d'un des noyaux mâles avec l'oosphère) et d'*imprégnation régénérative* (union du second noyau mâle avec un des noyaux polaires ou avec le noyau secondaire, ou encore fusion des deux noyaux polaires entre eux). Pour lui, le premier phénomène serait de beaucoup le plus important, car il comporterait seul la transmission des propriétés héréditaires. Ces dernières conclusions sont certainement trop absolues, comme vont nous le montrer les expériences si intéressantes qui ont été faites sur l'hybridation du maïs.

Il y a trois ans, en 1899, de Vries⁷ eut l'idée

¹ MULLER (J.) et MASUYAMA (M.) : Ueber ein diastatisches Ferment im Hühnerrei. *Zeitschr. f. Biol.*, t. XXXIX, p. 347-359.

² LOEB (J.) : Experiments on artificial parthenogenesis in Annelids (*Chaetopterus*) and the nature of the process of fertilization. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1901, t. IV, p. 423-439, avec 5 fig.

³ GIES (J. William) : Do Spermatozoa contain enzyme having the power of causing development of matura ova? *Amer. Journ. of Physiol.*, 1901, t. VI, p. 53-76.

⁴ NAVASCHIN (S.) : Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium Martagon* und *Fritillaria tenella*. *Bull. Ac. imp. Sc.*, Saint-Petersbourg, 1898, t. IX, n° 4, p. 377-382.

⁵ GUIGNARD (L.) : Sur les Anthérozoïdes et la double copulation sexuelle, chez les végétaux angiospermes. *Rev. gén. de Bot.* (Bonnier), 1899, t. XI, p. 128-135, 1 pl.

⁶ GUIGNARD : Sur l'appareil sexuel et la double fécondation chez les Tulipes. *C. R. Ac. Sc.*, 1900, t. CXXX, p. 681-685. — L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes. *Ann. Sc. nat. (Bot.)*, 1900, t. XI, p. 365-387, avec 3 pl. — Nouvelles recherches sur la double fécondation chez les végétaux angiospermes. *C. R. Ac. Sc.*, 1900, t. CXXXI, p. 153-160. — La double fécondation dans le maïs. *Journ. de Bot.*, 1901, t. XV. — La double fécondation dans le Naïas major. *Id.*

¹ THOMAS (ETHEL N.) : Double fertilization in a Dicotyledon, *Caltha palustris*. *Ann. of Bot.*, 1900, t. XIV, p. 527-535, avec 1 pl.

² LAND (W.-J.-G.) : *Bot. Gaz.*, 1900, t. XXX, p. 252-260, avec 2 pl.

³ SARGANT (ETHEL) : Recent Work on the Results of Fertilization in Angiosperms. *Ann. of Bot.*, 1900, t. XIV, p. 689-742.

⁴ STRASBURGER (Edouard) : Einige Bemerkungen zur Frage nach der « Doppelten Befruchtung » bei den Angiospermen. *Bot. Zeit.*, 1900, t. LVIII, 2^e abth., p. 293-316.

⁵ GUIGNARD : *Loc. cit.*

⁶ WEBBER (H.-J.) : *Nenia*, or the immediate effect of pollen, in Maize. *U. S. Department Agricul. (Div. Veg. Phys. and Path.)*, Bulet. n° 22, Washington, sept. 1900, 77 pages et 4 pl.

⁷ VRIES (Hugo de) : Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le maïs. *Rev. gén. de Bot.* (Bonnier), 1900,

de féconder un plant de maïs sucré avec du pollen de la variété ordinaire, à amidon. Il obtint ainsi de jeunes pieds qui donnèrent des épis à grains différents : les uns, opaques, renfermant de l'amidon, les autres, translucides, renfermant du sucre. De Vries remarqua, en même temps, que chaque grain, dans lequel l'endosperme présentait les caractères du parent mâle, renfermait un embryon hybride; par contre, ceux où l'endosperme montrait les caractères du parent femelle renfermaient un embryon de race pure.

Ces expériences, qui donnent la démonstration très élégante du phénomène de *xénie*¹, ont été reprises sur d'autres variétés de maïs et confirmées par Webber (*loc. cit.*). Ce savant fait remarquer, en outre, que le second noyau mâle peut probablement entrer dans le sac embryonnaire sans s'unir avec aucun noyau polaire. Dans ce cas, il peut se diviser isolément, de même que les noyaux polaires; alors, l'endosperme renfermerait deux sortes d'éléments : les uns à caractères paternels, les autres à caractères maternels.

Sans traiter cette année la question de l'hybridité, nous rappellerons un autre travail de Webber sur les hybrides de *Citrus*². Dans les graines polyembryonnaires qui sont le résultat de l'hybridation, Webber a vu qu'un seul de ces embryons montrait quelques traces de parent mâle, tandis que tous les autres ressemblaient au parent femelle. Il pense que l'hybride vrai dérive de l'oosphère fécondé, et tous les autres, d'embryons adventifs formés dans le nucelle. Mais quelle est l'origine de ces embryons adventifs eux-mêmes? C'est là un point d'autant plus intéressant à reprendre qu'il a, peut-être, quelque analogie avec la polyspermie chez les animaux³.

Dangeard⁴ répond à cette question en donnant une nouvelle interprétation des phénomènes reproducteurs chez les Phanérogames.

Pour ce botaniste, les huit cellules du sac embryonnaire auraient la valeur de gamètes femelles. Deux de ces gamètes, qu'il appelle mésodes, se fusionneraient pour former le noyau secondaire. Lors de la fécondation, ce dernier s'unirait à un

gamète mâle pour former un albumen, auquel Dangeard attribue la valeur d'un embryon monstre; des gamètes femelles restant, l'un forme l'œuf, les autres (antipodes et synergides) constituent un supplément d'aliment pour l'embryon.

Cette nouvelle interprétation permet de comprendre le développement des synergides et des antipodes sans le concours d'un noyau mâle et sans parthénogenèse.

Dans les expériences de mérogonie, un morceau d'œuf anucléé uni à un gamète mâle suffit pour fournir un embryon. Si la gamète mâle peut être fécondé par du cytoplasme femelle, rien n'empêche, il semble, dit Dangeard, qu'un gamète femelle puisse être fécondé également par un fragment de cytoplasme mâle : ainsi s'explique peut-être l'existence des embryons surnuméraires dans le *Mimosa Denhardi*, le *Lilium Martagon*, l'*Allium odoratum*, etc. Ce seraient des cas d'*antophagie réduite*, de *mérogamie*.

II. — SUR LE CLIVAGE DE L'OVULE ET LA PARTHÉNOGÈSE ARTIFICIELLE.

Dans un important Mémoire paru il y a deux ans, O. Schultze¹ a repris cette question déjà vieille de savoir quand apparaît la symétrie bilatérale chez l'embryon de *Rana fusca*.

Ses conclusions sont qu'il n'y a pas de période fixe pour l'apparition de cette symétrie : elle peut exister dans l'œuf non fécondé (bien que cela ne soit pas absolument certain); elle peut apparaître au moment où commence la segmentation, pendant sa durée, ou, seulement, quand apparaît la ligne primitive.

Le point d'entrée du spermatozoïde dans l'œuf est généralement opposé au futur blastopore.

La traînée de pigment formée par le passage du spermatozoïde occupe souvent approximativement le plan de symétrie, mais des déviations sont fréquentes, et il n'est nullement évident que ce plan soit déterminé par le spermatozoïde.

En général, le premier sillon de segmentation coïncide avec le plan médian de l'animal futur. Cependant, ce n'est pas là une règle absolue, comme le veut Roux, et des embryons normaux peuvent provenir d'œufs dans lesquels le premier sillon de segmentation n'avait pas correspondu au plan de symétrie.

Tout ce qu'on peut dire, écrit Schultze, c'est que, dans beaucoup de cas, la segmentation consiste en

L. XII, p. 129-137, avec 1 pl. — Sur la fécondation hybride de l'albunien. *C. R. Ac. Sc.*, 1899, t. CXXIX, p. 973-975.

¹ On sait que, sous ce nom, Focke a désigné, en 1881, l'influence exercée, par le pollen, sur les caractères héréditaires du fruit ou de la graine, en même temps que sur ceux de l'embryon.

² WEBBER (H.-J.) : *Bot. Gaz.*, 1900, t. XXIX, p. 141.

³ La polyspermie est encore une question que nous réservons pour plus tard. Nous signalerons cependant, à ce propos, un travail de Nicolas, qui vient de démontrer sa réalité chez l'orvet (*Archiv d'Anat. micr.* Paris, 1900, p. 457-589, avec 1 pl.).

⁴ DANGEARD (P.-A.) : Sur une nouvelle interprétation des phénomènes reproducteurs chez les Phanérogames. *Congrès sociét. sav.*, Paris, 1900. *C. R.*, p. 176.

¹ SCHULTZE (O.) : Ueber das erste Auftreten der bilateralen Symmetrie im Verlauf der Entwicklung. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1900, t. LV, p. 171-201, avec 2 pl. et 2 fig. — Die bilaterale Symmetrie des Amphibiencies, *Verhandl. der Anat. Gesellsch.*, mai 1899, p. 23-29.

un groupement symétrique de cellules, se faisant autour du plan médian de l'organisme en développement. Mais c'est loin d'être une loi absolue, et il est toujours impossible de déterminer, par avance, quelles seront les relations entre le plan de fécondation ou le plan de premier clivage et la symétrie de l'organisme futur.

Dans un travail que l'on trouve à la suite du premier, Schultze¹ reprend cette autre question de savoir si la liberté de l'œuf de grenouille, dans son enveloppe, est une condition essentielle du développement. Deux méthodes peuvent être employées pour cela : 1° celle de Pflüger, qui consiste à féconder l'ovule dans une simple goutte d'eau spermatisée, de manière que l'enveloppe d'albumine grossisse très peu, et à suivre le développement dans une chambre humide; 2° celle de Roux, qui place l'œuf fécondé entre deux lames de verre, soumises à une pression suffisante pour empêcher le mouvement libre de l'œuf à l'intérieur de ses enveloppes.

Les deux méthodes ont donné à Schultze les mêmes résultats. Il a vu que l'œuf mourait promptement quand il ne pouvait suivre les lois de la pesanteur, dans le cours de son développement. Placez le pôle animal en bas, l'œuf peut atteindre la fin de la gastrulation, mais jamais former un sillon médullaire. Le tube nerveux ne peut donc se développer dans l'hémisphère incolore de l'œuf.

A côté de ces expériences, nous rappellerons celles de Hertwig², qui a étudié l'influence de la force centrifuge sur le développement de l'œuf de grenouille (*Rana fusca*). A un certain degré (déterminé expérimentalement), cette force produit une séparation plus nette entre les substances légères et lourdes de l'œuf; il en résulte que le clivage se fait seulement au pôle animal de l'ovule. De plus, dans le cours de la segmentation, l'œuf prend un caractère tout à fait particulier, qui conduit directement au type méroblastique. Ainsi, une portion indivise, contenant le vitellus, occupe la moitié des deux tiers de l'œuf, le reste étant formé par un blastoderme avec un blastocœle. La ressemblance est encore augmentée par la formation d'une couche spéciale de mérocytes (noyaux vitellins), au-dessous du blastoderme.

Du reste, si l'œuf est retiré en temps convenable de ces conditions particulières, il peut reprendre le cours normal de son développement et donner un embryon parfaitement conformé.

Les divers facteurs qui agissent sur le clivage

de l'œuf continuent à être le sujet d'études des embryologistes. Nous citerons, d'abord, l'effet des gaz, étudié par Samassa³ : sur les œufs de grenouille, l'hydrogène a une influence plus délétère que l'azote; alors que ces deux gaz tuent les œufs d'*Ascaris*, la présence ou l'absence d'oxygène ne paraît pas influencer le clivage des œufs de grenouille pendant les quatre premiers jours; au contraire, pour les œufs d'*Ascaris*, l'oxygène pur empêche le développement; une pression de deux atmosphères et demie l'arrête et tue l'œuf vers le onzième jour.

Ce sont, ensuite, les observations de O. Schultze⁴, qui montrent qu'un froid continu de 0° ralentit beaucoup le développement de l'œuf, sans l'arrêter complètement cependant; puis celles de Bataillon⁵, qui modifie la marche de la segmentation en modifiant la pression osmotique des milieux où sont placés les œufs; celles de Häcker⁶, qui voit, dans l'œuf de Cyclops, les cinèses cellulaires se transformer en amitose, sous l'influence d'une solution d'éther à 5% agissant sur l'œuf pendant deux à trois heures. Nous citerons encore des essais assez curieux, qui montrent la possibilité de faire développer, en partie du moins, un ovule fécondé de poule, privé de son albumen, et transporté dans un albumen de canard.

Mais, depuis quelques années, c'est surtout à l'œuf non fécondé que s'adressent les expérimentateurs. Nous ne pouvons guère que citer ici les travaux de Lœb⁷, sur l'action du chlorure de magnésium, repris et confirmés encore tout récemment par Wilson⁸, qui s'est adressé à des œufs anucléés en même temps qu'à des œufs entiers; ceux de Morgan⁹, et de Giard¹⁰, sur l'action de diffé-

¹ SAMASSA (P.) : *Verh. Nat. Med. Ver. Heidelberg*, 1898; t. VI, p. 1-16.

² SCHULTZE (O.) : Ueber die Einwirkung niederer Temperatur auf die Entwicklung der Frosches. *Anat. Anz.*, 1899, t. XVI, p. 144-152.

³ BATAILLON (E.) : La pression osmotique et les grands problèmes de la Biologie. *Archiv f. Entwicklungsmech. der Organismen*, 1901, t. XI, p. 149-184, avec 1 pl.

⁴ HÄCKER (VAL.) : Mitosen im Gefolge Amitosen-ähnlicher Vorgänge. *Anat. Anz.*, 1900, t. XVII, p. 9-20, avec 6 fig.

⁵ LÖEB (J.) : Further experiments on artificial Parthenogenesis and the nature of the process of fertilization. *Am. Journ. of Physiol.*, 1900, t. IV, p. 178-184. — On the artificial production of normal larvae... *Ann. Journ. of Physiol.*, avril 1900.

⁶ WILSON (E.-B.) : Experimental Studies in Cytology. I. A cytological Study of Artificial Parthenogenesis in Sea-Urchin Eggs. *Arch. f. Entwicklungsmech.*, 1901, t. XII, p. 529-596, avec 7 pl. et 12 fig.

⁷ MORGAN (T.-H.) : The action of salt-solutions on the unfertilized and fertilized Eggs of *Anabacia* and of other Animals. *Archiv f. Entwicklungsmech.*, 1899, t. VIII, p. 448-536.

⁸ GIARD (A.) : Développement des œufs d'Echinodermes sous l'influence d'actions kinétiques anormales (solutions salines et hybridation). *C. R. Soc. Biol. de Paris*, 12 mai 1900.

¹ SCHULTZE (O.) : Ueber die Nothwendigkeit der freien Entwicklung der Embryo. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1900, t. LV, p. 202-230, avec 1 pl. et 6 fig.

² HERTWIG (O.) : Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1899, t. LIII, p. 415-444, avec 2 pl.

rentes solutions salées; ceux de Bataillon¹, confirmés en partie par les recherches de M^{me} Rondeau-Luzeau², qui fait jouer un rôle très considérable à la pression osmotique, dans tous les cas où l'on traite des œufs, fécondés ou non, par des solutions équi-osmotiques de sels ou de sucre.

Nous citerons, enfin, les travaux de Herbst³, qui étudie le rôle des substances inorganiques nécessaires au développement des larves d'oursin, et les essais de Henneguy⁴ sur des œufs vierges de grenouilles soumis à l'action de diverses substances. Ces œufs se sont segmentés; mais, dans aucun des blastomères ainsi formés, Henneguy n'a pu trouver de noyaux. Aussi conclut-il que, dans ses expériences, « il ne s'agit que d'une fragmentation du vitellus, non accompagnée de multiplication de noyaux, et simulant une véritable segmentation. »

III. — THÉORIES NOUVELLES DE LA FÉCONDATION.

Ces expériences, de même que celles dont nous avons parlé plus haut, ont conduit naturellement les auteurs à rechercher quel était le rôle du spermatozoïde dans la fécondation.

A la suite de ses premières expériences, Lœb⁵ avait conclu trop hâtivement que le spermatozoïde agissait en introduisant, dans l'œuf, certains ions métalliques⁶. Devant les critiques faites à cette idée par Bataillon⁷, Giard, Yves et Marcel Delage⁸, Viguier⁹, etc., et aussi à la suite de nouvelles expériences, Lœb¹⁰ a modifié depuis sa théorie. Il admet maintenant, comme Bataillon, que les solutions capables de produire le développement

de l'œuf agissent par pression osmotique en soustrayant de l'eau de l'ovule. Il peut se faire aussi, dit-il, que la perte d'eau altère les processus chimiques de l'œuf, de façon à donner naissance à la formation d'une substance qui agirait catalytiquement en accélérant le processus de la segmentation. Ce serait ainsi qu'agirait le spermatozoïde dans la fécondation normale; il aurait pour rôle de charrier à l'œuf des substances catalytiques¹, telles par exemple que les ions de potassium, spécifiques pour l'œuf du Chætopète.

L'année dernière, Giard², reprenant les expériences de Lœb, arrivait à cette conclusion que l'excitation de l'œuf déterminée par les solutions salines serait due principalement à l'action déshydratante des sels sur les plasmas ovulaires et à l'hydratation subséquente lorsque l'œuf est remis dans l'eau de mer pure. Ce sont ces idées, dont nous trouvons la première manifestation en 1894³, que Bataillon et Delage ont reprises et complétées hypothétiquement pour les étendre au rôle du spermatozoïde dans la fécondation.

Bataillon⁴ laissant de côté, comme Lœb et Giard, la valeur propre de l'élément mâle en tant que substratum de l'hérédité et ne considérant qu'une condition physique du développement, propose cette théorie: « L'œuf mûr posséderait, dit-il, un excès de pression osmotique, dû à la non-élimination ou à l'élimination incomplète des globules polaires et des fluides qui les accompagnent. La fécondation interviendrait alors pour rétablir un certain équilibre, comme la déshydratation dans les expériences de parthénogenèse expérimentale; le spermatozoïde aurait donc pour rôle de restituer à l'œuf une certaine hypertonie en déshydratant son protoplasma. »

C'est ce même rôle déshydratant que Delage⁵ attribue au spermatozoïde. Pour cet auteur, l'ovule serait fécondable seulement lorsque son suc nucléaire aurait diffusé dans le cytoplasme, c'est-à-dire au moment même où se prépare le rejet des globules polaires; il y aurait donc, dit-il, une *maturation protoplasmique*. La diffusion du suc nu-

¹ BATAILLON (E.): La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les Amphibiens et les Poissons. *C. R. Acad. Sc. de Paris*, 9 juillet 1900.

² RONDEAU-LUZEAU (M^{me}): Action des solutions isotoniques de chlorures et de sucre sur les œufs de *Rana fusca*. *C. R. Soc. Biol. de Paris*, 27 avril 1901.

³ HERBST (C.): Über die zur Entwicklung der Seeigellarven nothwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rôlle und ihre Vertretbarkeit. *Arch. f. Entwicklungsmech.*, 1901, t. XI.

⁴ HENNEGUY (F.): Essais de parthénogenèse expérimentale sur les œufs de grenouille. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 30 mars 1901 et *Assoc. des Anat.*, Lyon, 1901, p. 24-27.

⁵ *Amer. Journ. of Physiol.*, 1899.

⁶ D'après Arrhenius et Ostwald, les corps dissous dans l'eau seraient toujours décomposés en éléments hypothétiques, les ions. Si l'on fait passer un courant électrique dans une solution, une partie des ions *cathion*, représentant le métal des sels et des bases ou l'hydrogène des acides, se porterait à l'électrode négative; l'autre partie, c'est-à-dire le reste de la combinaison (*anion*), se dégagerait à l'électrode positive.

⁷ BATAILLON (E.): La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les Amphibiens et les Poissons. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 9 juillet 1900.

⁸ *Loc. cit.*

⁹ VIGUIER: Hermaphroditisme et parthénogenèse chez les oursins. *C. R. Ac. Sc. de Paris*, 2 juillet 1900. — La théorie de la fertilisation chimique des œufs de M. Lœb. *Id.*, 9 juillet 1900.

¹⁰ LÖEB: Artificial Parthenogenesis in Annelids (Chætopeterus). *Science*, August 1900.

¹ Ostwald appelle ainsi des substances accélérantes de processus chimiques qui pourraient se faire sans elles, mais beaucoup plus lentement.

² GIARD (A.): Sur la pseudogamie osmotique (tonogamie). *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 5 janv. 1901.

³ A. GIARD: L'anhydrobiose ou ralentissement des phénomènes vitaux sous l'influence de la déshydratation progressive. *Compt. rend. soc. Biol. Paris*, 16 juin 1894.

⁴ BATAILLON (E.): Etudes expérimentales sur l'évolution des Amphibiens. — Les degrés de maturation de l'œuf et la Morphogenèse. *Arch. f. Entwicklungsmech.*, 1901, t. XII, p. 610-655, avec 31 fig.

⁵ DELAGE (Y.): Sur les théories de la fécondation, *Rev. gener. des Sc. pures et appliq.*, 15 oct. 1901. — Sur la maturation cytoplasmique et sur le déterminisme de la parthénogenèse expérimentale. *C. R. Acad. Sc.*, 1901, t. CXXXIII, p. 346-349.

claire serait nécessaire peut-être pour empêcher l'œuf de se développer parthénogénétiquement, mais sûrement pour fournir au pronucléus mâle l'eau nécessaire à son évolution dans l'œuf. En dehors de son rôle amphimixique, qui assure à l'être nouveau les avantages d'une double lignée ancestrale, le spermatozoïde agirait donc encore comme un déterminant de l'embryogenèse de cet être; cette action n'aurait plus rien de mystérieux, puisqu'elle serait celle d'une solution hypertonique déshydratant le protoplasma.

En somme, ce qui ressort le mieux de toutes ces études, c'est que l'embryogénie d'un être doit avoir pour point de départ une série d'hydratations et de déshydratations successives du cytoplasme ovulaire. D'autres déterminants peuvent et doivent exister sans aucun doute, mais celui-ci est actuellement le seul à peu près démontré. Et, quant à aller jusqu'à employer, avec certains auteurs, les expressions de fertilisation chimique, d'embryons au sel, d'embryons au sucre, d'embryons lithiques, etc., nous pensons, avec Bataillon, que cela ne signifie pas grand'chose, car toutes les actions obtenues dans ces expériences fondamentales ne montrent vraiment rien de spécifique. C'est ainsi, par exemple, que des solutions sucrées ont donné à Bataillon, sur l'œuf de grenouille, la même gastrula atypique que celle obtenue par Gurwitsch avec le chlorure de lithium.

Ces faits et d'autres encore, tels que les résultats contradictoires obtenus par Morgan, Delage et Wilson¹, montrent qu'il ne faut pas abandonner trop vite le laboratoire pour venir s'isoler dans le cabinet de travail. « Il est dangereux, dans les sciences, de conclure trop vite », disait un ancien professeur de la Sorbonne, Gratiolet. « Quand on raisonne d'après un nombre insuffisant d'observations, il est facile, avec un peu d'esprit, d'imaginer quelque système auquel ces observations s'accordent; ce sont là jeux de finesse et de patience qui peuvent séduire l'imagination, mais qu'une saine méthode réprouve. »

Quoi qu'il en soit, les recherches dont nous venons de rendre compte ont soulevé quelque peu le voile qui recouvre encore le phénomène de la fécondation; elles ont ouvert une voie nouvelle aux travailleurs de laboratoire aussi bien qu'aux penseurs, et, par ce qu'elle a donné jusqu'ici, cette voie paraît devoir être excessivement féconde dans l'avenir.

¹ En 1895, Morgan trouvait qu'un fragment d'œuf sans noyau, fécondé par un seul spermatozoïde, se divisait en présentant seulement la moitié du nombre normal de chromosomes. En 1898, Delage voyait, au contraire, des morceaux d'œufs anucléés présenter le nombre entier de chromosomes. Or, cette année même, Wilson trouve des faits qui concor-

IV. — INDIVIDUALITÉ DES ÉLÉMENTS SEXUELS CONTINUANT A SE MANIFESTER PENDANT LE CLIVAGE.

En 1891, Boveri émettait cette hypothèse que, dans toutes les cellules qui dérivait d'un œuf fécondé, la moitié des chromosomes conserve toujours les caractères maternels et l'autre moitié les caractères paternels. L'année suivante, Hacker¹, puis Rückert², en 1895, venaient confirmer cette vue, si originale, en montrant que les noyaux germinatifs du Cyclops ne se fusionnent pas lors de la fécondation, et gardent même leur individualité respective pendant une période considérable du clivage de l'œuf. Quelque temps après, en 1893, Herla³, puis Zoja⁴, en 1895, observaient les mêmes faits jusqu'au stade t2 de la segmentation de l'œuf d'*Ascaris*. Enfin, cette année même, G. Conklin⁵ vient apporter une nouvelle preuve à l'hypothèse de Boveri. Il voit, en effet, chez la *Crepidula plana*, les noyaux des blastomères montrer une cloison de séparation qui les divise en deux parties distinctes contenant chacune un nucléole. C'est surtout au moment de la télophase de chaque division que cette cloison s'observe nettement; mais, dans quelques cellules, on peut la voir aussi pendant la prophase et même pendant la période de repos.

Il n'est évidemment pas possible d'affirmer que ces noyaux bipartis représentent la continuation des individualités mâle et femelle distinctes l'une de l'autre. Conklin le croit cependant pour plusieurs raisons, dont voici les principales :

Lors du premier clivage de l'œuf fécondé, les noyaux germinatifs ne fusionnent pas; ils restent nettement distincts pendant la plus grande partie de la cinèse, ou, plutôt, leur ensemble forme un noyau double dont la partie supérieure est d'origine ovulaire et la partie inférieure d'origine spermatique.

Pendant les clivages suivants, et cela jusqu'au stade de 29 blastomères au moins, le faisceau central des cinèses apparaît toujours dans le sillon

dent avec ceux de Morgan; les œufs vierges d'oursin qu'il soumet au chlorure de magnésium ne se divisent plus, en effet, qu'avec 18 chromosomes, au lieu de 36.

¹ HACKER (V.): Die Eibildung bei Cyclops und Cantbocamotus, *Zool. Jahrb.*, 1892, t. V.

² RÜCKERT (J.): Ueber das Selbständigbleiben der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz während der ersten Entwicklung der befruchteten Cyclops-Eien. *Archiv für mikr. Anat.* 1895, t. XIV.

³ HERLA (V.): Etudes des variations de la mitose chez l'*Ascaride negalocéphale*, *Archiv. Biol.*, 1893, t. XIII.

⁴ ZOJA (R.): Sulla independaoza della cromatina paterna e materna nel nucleo delle cellule embrionale. *Anat. Anz.*, 1895, t. XI.

⁵ CONKLIN (E.-G.): The individuality of the germ nuclei during the cleavage of the egg of *Crepidula*. *Biological Bull.*, 1901, t. II, p. 257-265, avec 16 fig.

de séparation des doubles noyaux. Cela semble bien indiquer que les deux parties distinctes, observées dans les noyaux doubles filles, dérivent directement des parties correspondantes du noyau mère.

Ces observations, quelque importantes qu'elles soient, ne permettent pas encore de transformer l'hypothèse de Boveri en loi. Elles doivent attirer seulement l'attention des embryologistes pour voir si l'on peut retrouver les mêmes faits partout, dans toutes les séries des êtres vivants. C'est la même réflexion que nous ferons à propos d'une Note très détaillée de Beard¹ sur la continuité morphologique des cellules germinatives dans le développement embryonnaire.

Nous attendrons la publication complète du Mémoire de Beard pour en parler avec détails. Disons seulement que l'auteur semble apporter ici des preuves sérieuses de la continuité du plasma germinatif (théories de Jæger, Nussbaum et Weissmann). Il a vu, en effet, l'œuf fécondé de *Raja* se diviser en petites et en grosses cellules. Les premières se multiplient activement pour former le corps du poisson; les secondes, d'abord inactives, sont incluses au milieu des premières et forment le testicule ou l'ovaire: quelques-unes de ces cellules germinatives embryonnaires peuvent s'égarer et, au lieu de se réunir au complexus génital, peuvent aller se loger dans n'importe quel tissu somatique; d'où, pour Beard, l'origine de certains kystes dermoïdes et des inclusions fœtales.

V. — LES DÉRIVÉS DES FENTES BRANCHIALES.

Depuis 1893, époque à laquelle Jacoby² donna un résumé critique de cette question, un certain nombre de travaux sont venus essayer de combler les points laissés encore en litige.

Si l'on considère ces travaux dans leur ensemble, nous pouvons tout d'abord, avec Maurer³, grouper les dérivés des fentes branchiales de la façon suivante :

1° Ceux que l'on rencontre chez tous les Vertébrés et qui coexistent avec un appareil viscéral fonctionnant (Poissons et jeunes Batraciens); ce sont : le corps thyroïde proprement dit (lobe médian), les corps post-branchiaux ou lobes latéraux du corps thyroïde et le thymus;

2° Ceux qui se forment seulement chez les Ver-

tébrés à respiration aérienne (Batraciens adultes, Sauropsidés et Mammifères). Ces dérivés apparaissent après la transformation du mode respiratoire et représentent des vestiges de l'appareil branchial; ce sont les glandes carotides et les corpuscules ou nodules épithéliaux, appelés encore *glandes thyroïdiennes*.

A. Le *corps thyroïde* des Vertébrés adultes est décrit par les auteurs comme étant un complexe de trois organes qui présentent chacun une origine distincte : a) un organe médian (*thyroïde médiane* ou *corps thyroïde proprement dit*), qui dérive d'une évagination impaire et médiane du plancher de la bouche; b) deux organes latéraux, qui proviennent directement (*thyroïdes latérales*) ou immédiatement (*corps post-branchiaux*) de la quatrième fente branchiale⁴.

Chez les Vertébrés inférieurs et chez les Oiseaux, ces trois formations restent toujours complètement distinctes les unes des autres. Il en est de même chez l'Echidné, où Maurer⁵ a vu les premières fentes s'ouvrir pendant quelque temps, et, à un moindre degré, chez la musaraigne (Nicolas) et chez le campagnol (Roud).

Chez les Mammifères supérieurs, la thyroïde médiane bourgeonne de plus en plus par le bas pour aller se fusionner avec les deux bourgeons latéraux qui restent toujours très petits; chez l'homme (Tourneux et Verdun⁶), elle apparaît chez l'embryon long de 3 millimètres, et s'isole du plancher de la bouche à partir de 6 millimètres; d'abord massive, cette formation épithéliale se transforme en un réseau de cordons pleins anastomosés, chez l'embryon long de 14 millimètres. Pour ces auteurs, de même que pour Simon⁷, les thyroïdes latérales prennent part, quoique dans une faible mesure, à la formation de la thyroïde adulte. Pour d'autres embryologistes, au contraire, les thyroïdes latérales ne participeraient pas réellement à la constitution définitive du corps thyroïde; elles disparaîtraient complètement, ou bien persisteraient, sous la forme de kystes ou de vésicules épithéliales, donnant parfois l'aspect, sur les coupes, d'un canal central de la thyroïde (Nicolas⁸,

⁴ Chez les Vertébrés inférieurs, les corps post-branchiaux sont encore décrits sous le nom de *corps supra-péricardiques*.

⁵ MAURER (F.) : Die Schlundspalten-Derivate von Echidna. *Anat. Anz.* Verh. d. Anat. Gesellsch., 1899, t. XVI, p. 38-401 avec 10 fig.

⁶ TOURNEUX (F.) et VERDUN (P.) : Sur les premiers développements de la thyroïde, du thymus et des glandules parathyroïdiennes chez l'homme. *Journ. Anat. et Physiol.*, 1897, t. XXXIII, p. 303-325, avec 3 pl.

⁷ SIMON : Thyroïde latérale et glandule thyroïdienne chez les Mammifères. *Thèse de Nancy*, 1896.

⁸ NICOLAS : Recherches sur les vésicules à épithélium cilié annexées aux dérivés branchiaux, avec quelques remarques

¹ BEARD (J.) : The morphological continuity of the germ-cells in *Raja batis*. *Anat. Anz.*, 1900, t. XVIII, p. 465-485.

² JACOBY (M.) : Historisch-kritische Betrachtungen über die Entwicklung der Kiemendarm-Derivate. *Inaug. Diss.* Berlin, 1895.

³ MAURER (F.) : Die Schilddrüse, Thymus und andere Schlundspaltenderivate bei der Eidechse. *Morph. Jahrb.*, 1899, t. XXVII, p. 149-172 avec 3 pl. et 4 fig.

Kohn¹, Soulié et Verdun², Verdun³ et Roud⁴).

B. Le thymus se forme, chez les Poissons, par la fusion de 3 (Téléostéens) ou 7 (Sélaciens) nodules épithéliaux, qui dérivent, chacun, de la partie dorsale d'une fente branchiale correspondante⁵. Chez les Urodèles, on retrouve encore la même origine, mais les trois dernières ébauches persistent seules pour former le thymus adulte. Chez les Anoures, Maurer, puis Bolau⁶ ont vu que la deuxième fente seule servait à former le thymus, mais qu'on pouvait rencontrer aussi trois ou quatre ébauches placées en ligne droite les unes à la suite des autres.

Chez les lézards, on trouve⁷ un état intermédiaire entre ce qui existe chez les Ichthyopsidés et les Vertébrés supérieurs. Comme chez les premiers, il se forme d'abord trois thymus, provenant respectivement des trois premières fentes. De ces trois thymus, l'anérieur disparaît bientôt, les deux autres persistent, rappelant, ce qui existe chez les Anamniotes; mais c'est le troisième qui prend le plus grand développement, surtout du côté ventral, ce qui nous conduit directement au grand thymus ventral des Mammifères. En somme, si le thymus antérieur du lézard correspond entièrement au thymus antérieur des Ichthyopsidés, son thymus postérieur ne correspond au thymus postérieur des Ichthyopsidés que dans sa portion dorsale; sa partie ventrale est une formation nouvelle, qui apparaît chez le lézard pour la première fois, et qui va prendre son complet développement chez les Mammifères.

Chez l'homme⁸, le thymus débute sous la forme de deux tubes (*canaux thymiques*), qui prolongent, directement en bas, les troisièmes poches branchiales. Ces canaux se détachent du pharynx chez un embryon long de 14 millimètres, puis leur

extrémité inférieure bourgeonne en bas et en dedans. Bientôt, les canaux thymiques se transforment en cordons épithéliaux pleins, qui se fusionnent entre eux dans le courant du troisième mois. Enfin, chez un embryon long de 29 millimètres, on voit ces cordons fragmentés en lobes distincts par suite de la prolifération des tissus conjonctivo-vasculaires ambiants.

Tous ces travaux concordent pour nous montrer que le thymus des Mammifères est une formation ventrale nouvelle, qui provient uniquement de la troisième fente¹.

Pour Roud, les différences entre le thymus ventral des Mammifères et celui des autres Vertébrés seraient beaucoup plus grandes. D'après cet auteur, le thymus des Vertébrés inférieurs serait représenté, chez les Mammifères, par une double série de nodules épithéliaux dorsaux, qui proviendraient également du fond des poches branchiales. Quant au véritable thymus des Mammifères, il dériverait, non plus de l'endoderme, mais d'un diverticule ectodermique qui, en s'enfonçant, irait s'accoler à l'extrémité de la troisième poche, mais sans communiquer avec elle. Dans cette idée, il n'y aurait donc plus d'homologation possible entre le thymus des Mammifères et celui des Vertébrés inférieurs.

A côté de ces travaux purement morphologiques, nous trouvons à signaler des travaux d'histogenèse qui viennent compléter heureusement l'histoire du thymus. Malheureusement, nous n'allons plus trouver, là, le même accord chez les auteurs.

Depuis l'époque où Kölliker montra, pour la première fois, que le thymus provenait de la prolifération de l'épithélium d'une poche branchiale, deux opinions ont apparues en ce qui concerne la constitution définitive de l'organe.

Dans son ensemble, le thymus adulte paraît formé d'un réticulum conjonctif contenant des leucocytes, des vaisseaux sanguins et des corpuscules de Hassal². Or, pour Kölliker, les leucocytes proviennent de la transformation des cellules épithéliales; pour His et Stieda, au contraire, les leucocytes du thymus sont des éléments immigrés, venant du mésoblaste où ils se sont formés.

Les recherches que le Dr Beard a poursuivies depuis 1894 chez les Poissons³, sont venues confirmer l'opinion de Kölliker en même temps qu'elles ouvrent un jour nouveau sur les fonctions du thymus.

sur les glandules parathyroïdes. *Bibliogr. Anat.*, Nancy, 1896, p. 171-183, avec 6 fig.

¹ KOHN (A.): Studien über die Schilddrüse. II. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1897, t. XLVIII, p. 398-429, avec 1 pl.

² SOULIÉ (A.) et VERDUN (P.): Sur les premiers développements de la glande thyroïde, du thymus et des glandules satellites de la thyroïde chez le lapin et chez la taupe. *Journ. Anat. et Physiol.*, 1897, t. XXXIII, p. 604-653, avec pl. et 15 reconstructions.

³ VERDUN (P.): Evolution de la 4^e poche branchiale et de la thyroïde latérale chez le chat. *Id.*, 1898, t. XXXIV, p. 263-304, avec 1 pl. et 12 fig.

⁴ ROUD (A.): Contribution à l'étude de l'origine et de l'évolution de la thyroïde latérale et du thymus chez le campagnol. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, 1900, t. XXXVI, p. 239-300 avec 5 pl.

⁵ Chez la raie, Beard décrit un thymus rudimentaire qui prendrait naissance sur le spiracle. C'est ce corps que van Bemmelen avait décrit, en 1885, sous le nom de « follicule vésiculaire ventral du spiracle ». — A Thymus-Element of the Spiracle in *Raja*. *Anat. Anz.*, 1900, t. XVIII, p. 359-363.

⁶ BOLAU (H.): Glandula thyroidea und glandula thymus der Amphibien. *Zool. Jahrb.*, 1899, t. XII, p. 657-710 avec 11 fig.

⁷ MAURER (F.): *Anat. Anz.*, Verbaudl. Anat. Ges., XII^e Vers., 1898, t. XIV, p. 256-61.

⁸ F. TOURNEUX et P. VERDUN: *Loc. cit.*

¹ Cependant, d'après Groschniff, une portion du thymus de l'homme proviendrait aussi de la quatrième. — Ueber das Vorkommen eines Thymussegmentes der vierten Kiementasche beim Menschen. *Anat. Anz.*, 1900, t. XVII, p. 161-170, avec 5 fig.

² BOLAU: *Loc. cit.*

³ BEARD (J.): The Development and probable Function of the Thymus. *Anat. Anz.*, 1894, t. IX, p. 476-486; voir également: *The Lancet*, 1899, t. XXI, p. 11.

A l'époque où les leucocytes apparaissent dans le corps de l'embryon, il n'y a de formé, dit Beard, ni rate, ni glande rectale, ni aucune sorte de structure lymphoïde. Seul, le thymus est déjà en voie de développement et ses éléments épithéliaux se transforment en leucocytes. Cette transformation se faisant de plus en plus activement, il arrive un moment (embryons de *Raja batis* longs de 28 millimètres et au-dessus) où les bords du thymus se brisent en certains endroits. « Alors, écrit le D^r Beard, poussés par leurs instincts héréditaires, les leucocytes continuent à sortir en foule de l'organe où ils ont pris naissance; ils deviennent des cellules errantes, qui vont se disperser dans toutes les parties de l'organisme embryonnaire. »

Les recherches de Gulland avaient déjà montré que les premiers leucocytes apparaissent chez l'embryon, dans le voisinage du thymus; celles de Beard vont plus loin, en montrant que c'est dans le thymus lui-même, qu'il faudrait aller chercher la source originelle de tous les leucocytes de notre corps.

A l'appui de ces idées, toute singulières qu'elles paraissent, nous devons signaler une Note de Nusbaum et Prymak¹ sur les premiers stades du thymus de *Salmo fario* et de *Carassius vulgaris*. Ces auteurs voient, dans les ébauches thymiques, un grand nombre de noyaux lymphoïdes qui proviendraient, disent-ils, de l'épithélium de la muqueuse pharyngienne, dans sa région branchiale. Pour eux, comme pour Beard, il se produirait, dans les stades ultérieurs, une émigration de leucocytes du thymus dans les tissus environnants.

Si nous passons maintenant aux dérivés qui n'existent que chez les Vertébrés à respiration aérienne, les glandes carotides et les glandules thyroïdiennes, nous voyons encore que les auteurs sont loin de s'accorder toujours sur les homologues de ces dérivés.

C. Les glandes carotides apparaissent la première fois chez les Batraciens urodèles; chez les Anoures, on trouve souvent en plus, dans leur voisinage, des restes variés de branchies internes. Ces glandes se forment tantôt aux dépens de la deuxième fente, comme chez l'Echidné, tantôt aux dépens de l'origine du thymus, c'est-à-dire de la troisième fente, comme chez le lézard².

D. Les glandules thyroïdiennes sont, en général, au nombre de deux de chaque côté. Les unes: *glandes parathyroïdiennes* ou *parathyroïde*, se forment aux dépens de la quatrième fente branchiale ou de l'ébauche latérale de la thyroïde; elles se re-

trouvent, chez l'adulte, sur les côtés de la glande thyroïde. Elles apparaissent chez l'embryon humain long de 8 à 14 millimètres; d'abord massives, on les trouve décomposées en cordons distincts au stade de 24 millimètres. Les autres glandules évoluent de la même façon, chez l'homme du moins, mais elles accompagnent les canaux thymiques; ce sont les *glandes thymiques* ou *parathymus*.

Tout dernièrement, Hammar¹ vient de donner le résumé d'un Mémoire sur la morphologie générale des fentes branchiales chez l'homme, mémoire qui paraîtra au complet dans les *Archiv für mikroskopische Anatomie*.

Hammar montre que les prolongements ventraux des fentes se développent de très bonne heure: celui de la première fente est celui qui s'avance le plus loin vers la ligne médiane; les prolongements ventraux des troisième et quatrième fentes forment l'ébauche du thymus et des thyroïdes latérales.

Les prolongements dorsaux apparaissent l'un après l'autre, en allant d'avant en arrière: celui de la première fente, le plus long de tous, chez un embryon long de 3 millimètres; celui de la deuxième, plus court, à 5 millimètres; celui de la troisième, à peine visible, à 8 millimètres; enfin la quatrième poche ne fournit aucun prolongement.

Dans le courant du premier mois (embryon de 3 millimètres), on voit le prolongement dorsal de la première fente s'organiser pour former l'oreille moyenne. Quant aux autres prolongements dorsaux, leur régression commence à la fin de la quatrième semaine.

VI. — SUR LES MÉTAMORPHOSES.

Par un reste, peut-être, de l'ancienne idée qui faisait de la larve et de l'imago des Insectes deux êtres distincts, on n'a pas assez montré jusqu'ici que les métamorphoses sont, dans leur ensemble, l'achèvement, momentanément retardé, de la segmentation initiale, achèvement auquel s'ajoutent, d'ailleurs, des phénomènes d'histolyse plus ou moins considérables. On n'avait étudié que les types extrêmes, soit à métamorphoses très complètes et compliquées d'accélération embryogénique, soit à métamorphoses presque nulles. Il était intéressant d'examiner des cas intermédiaires; c'est ce qu'ont fait plusieurs zoologistes dans ces dernières années.

Nous trouvons, tout d'abord, l'important Mémoire

¹ NUSBAUM (J.) and PRYMAK (Th.) : Zur Entwicklungsgeschichte der lymphoiden Elemente der Thymus bei den Knochenfischen. *Anat. Anz.*, 1901, t. XIX, p. 6-19 avec 4 fig.

² MAUER : *Loc. cit.*

¹ HAMMAR (J. Ang.) : Zur allgemeinen Morphologie der Schlundspalten des Menschen. Zur Entwicklungsgeschichte des Mittelohrraumes, des äusseren Gehörganges und des Paukenfelles beim Menschen. *Anat. Anz.*, 1901, t. XX, p. 131-144.

d'Anglas¹ sur les métamorphoses de la guêpe et de l'abeille, dont il a déjà été parlé ici même². Chez ces Insectes, Anglas a montré que la métamorphose véritable, c'est-à-dire la destruction d'anciens organes, ne se produisait que pour l'intestin moyen, les tubes de Malpighi, les glandes de la soie et quelques muscles. L'hypoderme est conservé et passe de la larve à l'adulte, contrairement à ce que décrit Viallanes chez les Muscides; il en est de même pour les bourgeons des pattes et des ailes, pour l'œsophage et le rectum, pour le tissu adipeux et pour un certain nombre de muscles (extenseurs du corps, muscles intestinaux). Ces derniers organes subissent toutefois une histolyse partielle.

Cependant, le tissu adipeux subit des vicissitudes complexes, à cause probablement de son rôle de réserve nutritive, étudié dernièrement par Berlese³. Une partie de ce tissu rentre bien en régression, mais chez l'adulte, peu après l'éclosion, Anglas retrouve encore des cellules d'origine larvaire ou, au moins, des noyaux adipeux. Et, à propos de ces noyaux, une remarque générale s'impose : lorsque de gros éléments histiques larvaires subsistent chez l'adulte, ils subissent une transformation (par division, bourgeonnement ou fragmentation) qui les ramène aux dimensions, toujours petites, des éléments imaginaires.

Une des parties les plus intéressantes du Mémoire d'Anglas est celle qui traite de l'histolyse. Jusqu'à présent, suivant les types étudiés, les auteurs décrivaient soit une simple régression chimique (Korotneff, Karawaiew), soit une active phagocytose (Kowalewsky, von Rees, etc.) pour expliquer l'histolyse. De même que Rengel, chez le *Tenebrio*, Anglas retrouve également ici les deux processus, et cela avec de nombreux intermédiaires, qui lui font croire que ces deux modes d'histolyse ne sont pas aussi opposés qu'on le croyait. Dans l'histolyse des glandes de la soie et dans celle des tubes excréteurs, par exemple, il voit bien des leucocytes intervenir, en nombre souvent considérable, vers les organes en régression, se tenir à leur voisinage ou même pénétrer à leur intérieur, mais il ne les voit jamais englober de fragments tissulaires. Ils ne phagocytent pas, et, pourtant, ils prennent une part manifeste à l'histolyse, car celle-ci s'accélère et se termine

vite à leur approche; Anglas pense que ces leucocytes excrètent un ferment qui va dissoudre les tissus en histolyse et propose le nom de *lyocytose* pour exprimer ce phénomène de digestion extracellulaire. Est-ce là le même ferment que celui qui agit dans les digestions intracellulaires? Non, d'après Metchnikoff⁴. Chez les Mammifères, le ferment extracellulaire proviendrait, en effet, d'après ce savant, de leucocytes dégénérés. Il en est peut-être de même chez les Insectes; il serait toutefois imprudent de conclure des uns aux autres, car les Chitinophores ont une spécialisation cellulaire trop différente de celle des Vertébrés.

Les recherches d'Anglas arrivent à restreindre considérablement le rôle de la phagocytose dans la métamorphose de la guêpe et de l'abeille. C'est également la conclusion à laquelle sont arrivés depuis, ou en même temps : Terre⁵, Henneguy⁶, Berlese⁷, Vernon Kellog⁸, Vaney et Conte⁹. Un certain nombre de ces auteurs, même, tels que Berlese, Vaney et Conte, affirment que les phénomènes d'histolyse ont lieu, dans les cas étudiés par eux, sans qu'il y ait, à aucun moment, intervention de phagocytose. Si l'on compare ces résultats à ceux obtenus antérieurement chez d'autres animaux, voici comment on peut grouper actuellement les différents processus de la métamorphose.

On trouve d'abord, comme point de départ et phénomène essentiel de la métamorphose, une *altération préalable des tissus destinés à disparaître*. Cette altération résulte elle-même (Giard⁷, Bataillon⁸, Anglas, Terre) des mauvaises conditions physiologiques (asphyxie, inanition, non-fonctionnement) dans lesquelles se trouvent placés les tissus à un moment donné de leur existence. Elle pourrait résulter aussi, d'après Metchnikoff et Perez, de sécrétions internes de l'organisme méta-

¹ METCHNIKOFF : L'état actuel de la question de l'immunité dans les maladies infectieuses. *Rev. génér. des Sciences*, 30 nov. 1900.

² TERRE (L.) : Métamorphose et phagocytose. *Id.* — Sur l'histolyse du corps adipeux chez l'abeille. *Id.* — Sur l'histolyse musculaire des Hyménoptères. *Id.* janvier 1900 et *Bullet. Soc. Entom.*, 1900, n° 2, p. 23.

³ HENNEGUY (F.) : Le corps adipeux des Muscides pendant l'histolyse. *C. R. Acad. Sc.*, 1900, t. CXXXI, p. 908.

⁴ BERLESE : *Rivista di Patolog. veg.*, Florence, 1900-1901, t. X et XI, p. 157-444 avec 57 fig. et 8 pl.

⁵ VERNON L. KELLOG : Phagocytosis in the post-embryonic Development of the Diptera. *American Naturalist*, 1901, t. XXXV, p. 363-368 avec 2 fig.

⁶ VANEY (C.) et CONTE (A.) : Sur des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse accompagnant le développement des Trématodes endoparasites de Mollusques terrestres. *C. R. Acad. Sc.*, 1900, t. CXXXII, p. 1062-1064.

⁷ GIARD (A.) : Sur le déterminisme de la métamorphose. *Id.*, 10 février 1900.

⁸ BATAILLON (L.) : Le problème des métamorphoses. *Id.*, 17 mars 1900.

¹ ANGLAS (J.) : Observations sur les métamorphoses internes de la guêpe et de l'abeille. *Bullet. scient. de la France et de la Belgique*, 1900, t. XXIV, p. 111 avec 5 pl. — Quelques remarques sur les métamorphoses internes des Hyménoptères. *Bullet. Soc. Entom. de France*, 1901, p. 104. — *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 27 janv. 1900.

² KOEHLER : Revue annuelle de Zoologie, *Revue générale des Sciences* du 28 février 1901, p. 180.

³ BERLESE (A.) : Osservazioni su fenomeni che avvengono durante la ninfosi degli iuretti metabolici. *Rivista di Patolog. veg.*, Florence, 1899, t. VIII, p. 1-155, avec 42 fig. et 3 pl.

bole. Pour Metchnikoff¹, l'altération consisterait seulement en ce que le tissu qui va entrer en histolyse cesserait de sécréter une substance protectrice vis-à-vis des phagocytes. C'est également l'opinion à laquelle arrive Roule, à la suite de ses recherches sur les Phoronidiens². Pour Perez³, la métamorphose serait une « crise de maturité génitale ». Au moment de leur achèvement, les glandes sexuelles déverseraient dans le liquide cavitaires des *stimulines*; les leucocytes, surexcités par ces produits, iraient alors attaquer et manger les tissus larvaires, qui, eux-mêmes, auraient été influencés par d'autres produits (également hypothétiques) des glandes génitales. Cette opinion a été combattue, depuis, avec des arguments qui paraissent irréfutables, par Bataillon⁴, par Roule⁵ et surtout par Giard⁶.

Quoi qu'il en soit, il faut bien remarquer que l'altération préalable des tissus n'est pas toujours, à son début du moins, accompagnée de modifications structurales appréciables, par conséquent non décelables au microscope (voir Giard, *loc. cit.*). Dans certains cas, cette altération conduit à une nécrobiose chimique, qui suffit, à elle seule, pour amener l'histolyse des tissus. Mais, en général, elle n'est que le point de départ d'activités cellulaires spéciales : la *lyocytose* et la *phagocytose*.

La *lyocytose* se présenterait dans les cas de métamorphoses partielles ou suffisamment lentes, telles que celles des Hyménoptères. Elle pourrait être produite, d'après Anglas, non seulement par des leucocytes, mais encore par les éléments des tissus en voie de développement, sur les organes

larvaires dont l'équilibre chimique serait rompu (par exemple, à la suite de l'arrêt de leur fonction); c'est ce qui se produirait à la fin de la vie larvaire et pendant la nymphose. Nous nous trouverions donc ici en présence d'un phénomène général, qui se passerait au cours du développement embryonnaire chaque fois qu'un organe est supprimé ou modifié, ou bien quand un élément usé est résorbé sur place.

« La *phagocytose*, dit Giard, apparaît nettement, dans la métamorphose, comme un phénomène cœnogénétique. » Très peu importante, et parfois même absente dans le cas de métamorphose partielle, elle n'atteindrait son maximum que là où la métamorphose serait plus complète ou plus rapide, par exemple chez les Diptères cycloraphes, chez certains Crustacés parasites, chez les larves urodèles d'Ascidies, partout, en somme, où le métabolisme est intense. Quant aux phagocytes, ils seraient d'origine diverse : leucocytaire (Bataillon, Metchnikoff, etc.), musculaire (myophages, phagocytes myoblastiques) (Metchnikoff, Terre, etc.), ou encore proviendraient de la somatopleure de la paroi du corps larvaire (Roule).

Tous ces travaux ont fait faire un grand pas au problème des métamorphoses; ils ne l'ont pas résolu entièrement cependant. Comme nous le disions plus haut, le développement post-embryonnaire des êtres qui présentent des métamorphoses n'est que la suite du développement embryonnaire lui-même. Ce qu'il faut expliquer, ce n'est pas pourquoi se produit la métamorphose, mais pourquoi le développement embryonnaire s'est trouvé retardé. Ce retard étant plus ou moins considérable, il existe tous les intermédiaires, suivant les types considérés, entre la transformation et la métamorphose. La cause en est, sans doute, chez les Insectes comme chez les Echinodermes, dans une adaptation transitoire de la larve à un mode de vie spécial. Chez les Batraciens et chez les Tuniciers, il en serait de même, sauf qu'ici le stade larvaire représente véritablement un état ancestral auquel fait suite une adaptation nouvelle. G. Loisel,

Docteur ès sciences et en médecine,
Préparateur aux Facultés des Sciences
et de Médecine de Paris.

¹ METCHNIKOFF : *Année biologique* pour 1897, parue en octobre 1899, p. 254-255.

² ROULE (L.) : Considérations générales sur l'histolyse phagocytaire. *Id.*

³ PEREZ (Ch.) : Sur la métamorphose des Insectes. *Bullet. Soc. Entom. de France*, 27 déc. 1899, p. 398-402. — Sur quelques points de la métamorphose des Fourmis. *Id.* 21 janv. 1901, p. 22-25. — Sur l'histolyse musculaire chez les Insectes. *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 6 janv. 1900.

⁴ BATAILLON : La théorie des métamorphoses de M. Ch. Perez. *Bull. Soc. Entom.* 1900, p. 58-62.

⁵ ROULE (L.) : Remarques sur la métamorphose de la larve Actinotroque des Phoronidiens. — 12 mai 1900.

⁶ GIARD (A.) : La métamorphose est-elle une crise de maturité génitale? *Bullet. Soc. Entom.*, 1900, n° 3, p. 54.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Fricke (Dr Robert). — *Kurzgefasste Vorlesungen über verschiedene Gebiete der höheren Mathematik mit Berücksichtigung der Anwendungen.* — 1 vol. in-8° de ix-520 pages, avec 102 figures dans le texte. (Prix, broché : 14 mk.) Teubner, éditeur. Leipzig, 1901.

M. Fricke appartient à ce groupe de savants qui se sont donnés pour tâche de favoriser le plus possible l'union des Mathématiques pures et des autres Sciences. Leur influence s'est exercée surtout en Allemagne; aussi voit-on, depuis quelques années, les Universités d'outre-Rhin ouvrir leurs portes à quelques branches techniques, afin de permettre aux étudiants de prendre contact avec les applications.

En composant cet ouvrage, l'auteur s'est précisément proposé de mettre en lumière cette solidarité intime qui unit les Mathématiques aux autres Sciences. Il y a pleinement réussi, grâce au choix des sujets théoriques et des applications empruntées aux domaines les plus divers.

Cet ouvrage s'adresse à ceux qui, possédant le Calcul différentiel et intégral, désirent s'initier aux théories fondamentales de l'Analyse supérieure et à leurs applications. Il est destiné non seulement aux étudiants, mais encore aux physiciens et aux ingénieurs qui cherchent à compléter leurs connaissances dans le domaine des Mathématiques supérieures.

Le premier chapitre (p. 1-23) est consacré à la *série de Fourier*. L'auteur se borne aux notions les plus importantes; il les applique au problème des cordes vibrantes et à une question de la théorie de Chaleur.

Le second chapitre (p. 24-74) contient un intéressant aperçu de la théorie des *fonctions sphériques et cylindriques*; on y trouve, comme application des fonctions sphériques, un problème emprunté au domaine de l'Electrostatique. Quant aux fonctions cylindriques, on sait qu'elles interviennent, entre autres, en Astronomie, dans le célèbre problème posé par Kepler et résolu par Bessel, problème qui a pour objet la détermination de l'anomalie excentrique d'une planète à l'aide de son anomalie moyenne. C'est également ce sujet qui a été choisi par l'auteur.

Dans le chapitre III (p. 75-172) sont exposés les principes fondamentaux de la *théorie des fonctions d'une variable complexe*. Ils embrassent les théorèmes classiques de Riemann, de Green, de Cauchy, la notion de prolongement analytique, la série de Laurent, etc., et conduisent tout naturellement à la *théorie des fonctions elliptiques*, qui fait l'objet du chapitre suivant (p. 173-283). Dans cet espace relativement restreint se trouve exposé, avec une remarquable simplicité, l'ensemble des notions fondamentales de cette théorie. L'auteur examine successivement les fonctions de Weierstrass, les séries de Fourier, puis la théorie des fonctions elliptiques d'après Jacobi. Le chapitre se termine par une série de tables numériques.

Les *applications des fonctions elliptiques* sont réunies dans un chapitre spécial (p. 284-337). Les problèmes sont empruntés à la Géométrie, la Géodésie, la Physique mathématique et la Mécanique. Ils ont pour objet: application aux polygones de Poncelet, d'après Jacobi; trigonométrie sphérique et fonctions elliptiques; lignes géodésiques d'un ellipsoïde de révolution; quadriques homofocales et coordonnées elliptiques; application à la théorie de la chaleur; pendule sphérique; mouvement d'un corps rigide autour d'un point fixe.

Les deux derniers chapitres se rattachent directement au chapitre relatif à la théorie des fonctions d'une variable complexe, dont ils forment une application à la fois importante et intéressante. Ils sont consacrés à la théorie des équations différentielles. L'un est relatif aux *équations différentielles linéaires* (p. 338-424), tandis que le dernier (p. 424-514) renferme les propriétés les plus importantes de la théorie des *équations aux dérivées partielles du premier ordre* et leur application en Dynamique d'après Lagrange, Hamilton et Jacobi.

Dans un second volume, M. Fricke examinera, au même point de vue, un certain nombre de théories empruntées à l'Algèbre et à la Géométrie. H. FERRA,
Professeur à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Plumondon J.-R., *Météorologiste à l'Observatoire du Puy de Dôme.* — *Les Orages et la Grêle.* — 1 vol. in-8° de 192 pages, avec 27 figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné 3 fr.) Masson et Co, éditeurs. Paris, 1901.

La grêle est un des fléaux les plus redoutés par l'Agriculture. Annuellement, les pertes qu'elle occasionne en France varient de 40 à 134 millions de francs. En dix années, cela représente un milliard environ. Les départements du Rhône et du Gers, avec leurs départements voisins, sont les deux centres les plus éprouvés en France par les orages à grêle. Le dommage peut y atteindre annuellement une moyenne de 150 à 350 francs par hectare. On voit l'intérêt qui s'attache à la connaissance de cet hydrométéore et aux tentatives qui sont faites pour diminuer ses ravages. En ce moment, la lutte contre la grêle par le tir du canon, est pratiquée avec un grand enthousiasme dans l'Europe occidentale.

M. Plumondon, dans l'introduction de son livre, expose le caractère scientifique des expériences, mais fait toutes ses réserves sur l'efficacité réelle du tir, en raison surtout de la hauteur ordinairement considérable des nuages qui produisent la grêle. A cet égard, l'auteur est beaucoup moins confiant dans le succès que M. Houdaille, dont nous avons signalé ici le livre récent, qui traite de la même question.

Les 15.000 stations de tir qui opèrent dans l'Italie septentrionale accumulent des essais d'où pourront sortir des conclusions générales. Nous pensons, comme l'auteur, qu'il est tout à fait téméraire, actuellement, d'affirmer l'impossibilité absolue de l'action du canon.

Instruit par vingt-cinq années d'observations au Puy de Dôme, M. Plumondon a écrit un ouvrage très personnel, en se servant surtout de l'étude monographique de cas météorologiques qui se sont présentés à lui, et qu'il figure par des cartes. Il insiste sur la production de la grêle, la répartition et la marche des orages. On aimerait peut-être trouver quelques exposés généraux plus synthétiques, mais la méthode employée a l'avantage de familiariser le lecteur avec l'interprétation des cartes du Service météorologique.

EDMOND GAIN,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

Guichard (P.), *Vice-Président de la Société de Pharmacie de Paris.* — *Analyse chimique et Purification des eaux potables.* — 1 vol. in-8° de 200 pages, avec 10 figures dans le texte, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

clopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1901.

Dans cet ouvrage, M. Guichard nous expose l'état actuel d'une question très importante, celle des eaux d'alimentation, en laissant de côté, toutefois, le côté bactériologique, qui est traité dans un autre volume de la même collection. Après avoir défini les caractères de l'eau potable, il décrit les méthodes d'analyse des impuretés minérales de l'eau, méthodes qui laissent peu à désirer aujourd'hui. Puis, il passe à l'étude des matières organiques; ici, au contraire, nous devons constater avec l'auteur que tout est encore à faire. Et cependant, cette partie de l'Hydrologie est de beaucoup la plus importante au point de vue de l'Hygiène. Pourquoi? Parce que, si l'analyse bactériologique permet de confirmer le danger actuel et déclaré, l'analyse chimique convenablement outillée nous permettrait de prévoir le danger futur et latent, ce qui serait bien préférable. Il faudrait seulement, pour cela, que les chimistes, au lieu de s'attacher à caractériser les produits de désassimilation des microbes, ptomaines, toxines, etc., ce qui n'est, en somme, qu'un complément de l'analyse bactériologique, portassent leurs efforts sur l'étude des matières alimentaires pour les microbes et spécialement, cela va sans dire, pour les pathogènes aquatiques que tout le monde a présents à l'esprit. N'est-il pas évident que la valeur hygiénique d'une eau est en raison inverse de son aptitude comme milieu de culture? Et ne faut-il pas admettre que, du moment qu'une eau réunit, par la composition de ses impuretés, toutes les conditions pour être contaminée, elle le sera fatalement avec la fréquence et dans la mesure déterminée par ces conditions? D'ailleurs, en attendant les lumières de la Chimie, peut-être pourrait-on recourir à la voie de l'expérimentation directe: une concentration de l'eau à froid, suivie d'eusemencements méthodiques et de séjours à l'étuve, voilà la base d'une méthode d'analyse biologique éminemment simple et pratique et dont les enseignements ne seraient certes pas à dédaigner.

Passons maintenant, avec M. Guichard, à l'examen des procédés d'épuration des eaux. Ces procédés, on le sait, sont de deux sortes: mécaniques (filtres) et chimiques. M. Guichard a raison de déclarer qu'il ne faut pas les placer sur le même plan. Pour les raisons indiquées plus haut, il est clair que les procédés chimiques, qui sont à même de détruire non seulement les microbes, mais les matières organiques indispensables à leur existence, doivent avoir le pas sur les filtres. Et cela d'autant plus que nous possédons aujourd'hui de très bons procédés d'épuration chimique, notamment le procédé par l'ozone, qu'on s'étonne de ne pas voir entrer plus rapidement dans la pratique. Parmi les filtres, il faut établir une distinction entre les grands filtres pour l'alimentation des villes et les filtres domestiques. La faillite des premiers est une chose avérée; ces filtres ne devraient être conservés que comme adjuvants de la purification chimique. Au contraire, les filtres domestiques sont des appareils rationnels; placés au robinet du consommateur, ils doivent, *s'ils sont bien choisis et bien entretenus*, délivrer une eau microbiologiquement pure et qui n'a plus le temps de se repeupler avant d'être bue. D'ailleurs, le filtre Chamberland a fait ses preuves; les filtres à plaques de cellulose, comme le filtre Potlevin, sont aussi des appareils dignes de confiance.

L'ouvrage de M. Guichard est complété par une quatrième partie destinée plutôt aux ingénieurs. Ce sont des renseignements statistiques et des conseils sur l'aménage de l'eau des villes. Il n'eût peut-être pas été superflu d'insister sur la nécessité de conserver la fraîcheur de l'eau dans les réservoirs et les conduites. On fait encore, à l'heure actuelle, des réservoirs exposés en plein soleil, parfois même métalliques, et on ne paraît pas se douter qu'emmagasiner du calorique dans l'eau, cela revient exactement au même que d'y verser du bouillon à microbes.

D^r RÉPIN,

Attaché à l'Institut Pasteur.

3° Sciences naturelles

Pawlow (Prof. J.-P.). — **Le travail des Glandes digestives.** (Traduction française par MM. V. PACHON et J. SABRAZÈS). — 1 vol. in-8° de 288 pages. (Prix : 4 fr.) Masson et C^o, éditeurs, Paris, 1901.

MM. Pachon et Sabrazès ont en l'heureuse idée de donner une traduction française des remarquables leçons du professeur Pawlow sur le travail des glandes digestives, publiées en russe en 1897, et traduites en allemand en 1898. Dans un article: « Les travaux récents sur les sécrétions gastrique et pancréatique », publié dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juillet 1899, j'ai résumé les principaux Mémoires de Pawlow et de ses collaborateurs, et montré comment les recherches des savants russes avaient totalement modifié nos vieilles conceptions de la digestion. C'est, en effet, une véritable révolution qui s'est accomplie dans le domaine de la digestion, dans le cours des dix dernières années. Les médecins ne doivent pas ignorer les travaux de l'École de Pawlow; ils seront heureux de pouvoir lire en français ces leçons faites par Pawlow lui-même, dans lesquelles les faits nouveaux et les doctrines qui en découlent sont exposés avec une maîtrise à laquelle ne pouvait prétendre la sommaire analyse que j'en ai précédemment donnée.

Dans la préface écrite pour l'édition française, Pawlow se réjouit de voir ses leçons « traduites dans cette langue que, dit-il, m'apprirent jadis à connaître, — alors que je faisais mon apprentissage de physiologiste, — les sublimes et immortelles leçons de Claude Bernard, ce modèle classique et inimitable ». C'est avec raison que Pawlow évoque le souvenir de Claude Bernard, car ses expériences et ses leçons rappellent, par leur enchaînement, leur méthode et leur arrangement, la manière de notre grand physiologiste. Le lecteur qui lira ces pages verra avec une merveilleuse netteté « comment se développe devant lui une idée directrice et comment elle s'affirme par des expériences solides et harmoniquement enchaînées ».

Cette idée directrice qui domine l'œuvre de Pawlow, c'est l'idée de la spécificité des excitations de la muqueuse digestive. « Il n'est plus douteux actuellement, dit-il, que toute la physiologie de la digestion est dominée par ce principe fondamental, à savoir que le travail de chacun des divers organes dont elle dépend est mis en jeu par des excitants spécifiques, et qu'il résulte de là des phénomènes d'adaptation d'une finesse remarquable ».

Deux méthodes peuvent être suivies dans l'étude de la digestion. On peut rechercher la façon dont sont élaborées les matières alimentaires brutes, à chaque étape du canal digestif, et c'est ainsi qu'ont procédé Brücke, Ludwig, etc.; — ou bien, on peut déterminer quelle est la quantité de réactif digestif sécrétée pour chacun des aliments en particulier, et, pour ceux-ci en totalité, quelle est la nature des divers réactifs, et à quel moment ils sont déversés dans le canal digestif: c'est la méthode adoptée par Pawlow. Avant lui, sans doute, les physiologistes avaient essayé d'aborder le problème de la digestion par cette même méthode, mais ils s'étaient heurtés à des difficultés techniques qu'ils n'avaient pas su tourner. C'est grâce aux perfectionnements qu'il a apportés à la technique opératoire que Pawlow a pu aller plus loin que ses devanciers. « On dit souvent, et non sans raison, que la science progresse par à-coups, et que chaque impulsion correspond à un progrès réalisé dans les méthodes techniques. Chaque pas en avant de la méthode nous élève à un niveau d'où nous découvrons un horizon plus vaste et des points de vue auparavant invisibles ».

Les conditions à remplir pour pouvoir faire une étude rigoureuse de la digestion sont les suivantes: obtenir les sucs digestifs en tout temps, sinon des faits importants passeraient inaperçus; — recueillir les sucs digestifs à l'état de pureté parfaite, sinon certaines modifications de leur composition ne sauraient être

appréciées; — déterminer la quantité de ces suc; — enfin n'opérer que sur des animaux dont le canal digestif fonctionne régulièrement et dont la santé est parfaite. Pawlow est parvenu à réaliser des opérations satisfaisant, chez le chien, à tous ces desiderata. On lira avec intérêt la description de la fistule pancréatique permanente, de l'œsophagotomie, de la fistule gastrique, de la préparation du petit estomac fundique, et des conditions et précautions spéciales à réaliser pour que les animaux opérés puissent être conservés en état de santé parfaite. Pawlow insiste, avec grande raison, sur l'intérêt qu'il y a à substituer, pour l'étude de nombreuses questions physiologiques, des procédés chirurgicaux permettant la conservation de l'animal, aux procédés d'interventions sanglantes dont certains savants ont tort de se contenter. Tout laboratoire de Physiologie devrait posséder une importante annexe chirurgicale, où les opérations pourraient être faites avec la précision et l'aseptie actuellement réalisées dans la Chirurgie humaine.

Pawlow et ses élèves ont établi, avec une remarquable netteté, que le travail des glandes digestives est infiniment complexe et infiniment élastique, tout en étant extrêmement précis et présentant un caractère très net d'adaptation à la nature et à la quantité des aliments ingérés. La quantité des suc gastriques et pancréatiques déversés dans le tube digestif varie avec la nature des aliments; elle diffère notablement selon que l'animal a ingéré du pain, du lait, de la viande, des graisses; la qualité des suc digestifs, c'est-à-dire leur richesse en ferments actifs, varie avec la nature des substances ingérées. Les glandes digestives se comportent d'une manière en quelque sorte intelligente. Le suc qu'elles déversent est, au point de vue de sa quantité et de sa qualité, celui qu'exigent précisément la quantité et la nature des aliments; le liquide qu'elles sécrètent est juste celui qui est le plus apte à la transformation des aliments ingérés. Les glandes digestives adaptent progressivement leur sécrétion, au point de vue qualitatif, à l'alimentation du sujet: le suc pancréatique d'un animal nourri d'amidon en abondance est au plus haut point amylolytique; celui d'un animal nourri en abondance de viande est au plus haut point protéolytique, etc.

C'est dans l'innervation des glandes digestives que doit être recherché leur pouvoir d'adaptation. Les nerfs sécrétoires des glandes salivaires sont connus, et personne n'en conteste l'existence et la nature exclusivement sécrétoire. Mais les nerfs sécrétoires des glandes gastriques et pancréatiques étaient mis en doute par la majorité des physiologistes, ou tout au moins leur existence restait à démontrer; à côté de faits en faveur de l'existence de nerfs sécrétoires, on pouvait citer d'autres, non moins démonstratifs, en faveur de l'absence de ces nerfs. Pawlow reprend la question et, par des expériences d'une remarquable précision, il établit de façon indiscutable l'existence des nerfs sécrétoires de l'estomac et du pancréas; il montre que ces nerfs sécrétoires agissent soit à la façon de nerfs sécrétoires proprement dits, soit à la façon de nerfs trophiques; il signale des faits qui prouvent que ces nerfs sécrétoires et trophiques sont doublés de nerfs fréno-sécrétoires et de nerfs fréno-trophiques, ces derniers constituant des freins à côté du moteur, dont ils adoucissent le fonctionnement et suppriment les à-coups. Reprenant l'analyse et présentant la critique des recherches de ses devanciers, Pawlow montre pourquoi leurs expériences ne pouvaient fournir de résultats satisfaisants, et comment elles devaient être modifiées pour en donner de définitifs et d'indiscutables.

L'existence de ces nerfs sécrétoires est démontrée par les effets observés à la suite de leur section et de leur excitation. Mais, quand, comment, pourquoi sont-ils mis en jeu dans le cours normal des processus physiologiques? Pawlow répond à cette question: des excitations spéciales, produites en un point spécial du tube digestif, déterminent une réaction glandulaire limitée à une glande ou généralisée, produisant un suc en

quantités et de qualités variables, selon la nature et le siège de l'excitation (principe de l'excitabilité spécifique de la muqueuse digestive). Et la plus grande partie des leçons de Pawlow expose l'ensemble des faits démontrant le bien-fondé de cette proposition.

Pawlow démontre que la sécrétion gastrique normale est provoquée par deux groupes différents d'excitations, des excitations psychiques, qu'on a coutume de désigner sous le nom d'appétit, et des excitations chimiques. Chez l'animal affamé, la vue, l'odeur d'aliments agréables fait apparaître la sécrétion du suc gastrique; dans l'expérience du repas fictif (repas pris par un chien œsophagotomisé, les aliments tombant au dehors par la fistule œsophagienne, à mesure qu'ils sont ingérés), la sécrétion gastrique apparaît comme conséquence de l'excitation gustative de la muqueuse buccale. Cette sécrétion, que Pawlow appelle la sécrétion psychique ou sécrétion d'appétit, présente une durée, des propriétés, un pouvoir digestif qui lui sont propres, qui la caractérisent et qui se présentent avec une remarquable identité chez les divers animaux, pourvu que l'alimentation ingérée soit identique dans tous les cas qualitativement et quantitativement. Les caractères et la durée de cette sécrétion varient, au contraire, avec la nature de l'alimentation: sa quantité et son pouvoir digestif sont maximum pour le repas de viande, ils sont moindres pour le repas de lait. Les glandes gastriques réagissent donc d'une façon constante et déterminée, selon la nature de l'excitation portée sur la muqueuse buccale.

Les glandes gastriques sécrètent encore sous l'influence d'excitations chimiques portées sur la muqueuse gastrique elle-même; et cette sécrétion, dite sécrétion chimique, différente, par l'ensemble de ses caractères, de la sécrétion psychique, varie, elle aussi, selon la nature et la quantité des substances excitantes: elle est surtout déterminée par les substances extractives contenues dans la viande; elle se produit aussi, moins abondante il est vrai, sous l'influence des produits de la digestion peptique du pain et du lait. L'amidon, incapable par lui-même de provoquer une sécrétion chimique, augmente considérablement l'activité peptique d'une sécrétion chimique engendrée par une substance efficace; les graisses diminuent le pouvoir peptique de cette sécrétion chimique. Ici encore, on retrouve avec une netteté extrême la variété infinie des réactions, correspondant chacune à une excitation donnée, et la constance absolue des réactions, quand les conditions expérimentales sont constantes.

Les excitations mécaniques de l'estomac, auxquelles, avant Pawlow, on rapportait la cause sécrétoire des glandes gastriques, sont, par contre, absolument inefficaces. L'estomac ne réagit, au point de vue sécrétoire, qu'à certaines excitations rigoureusement déterminées quant à leur qualité et à leur point d'action.

En étudiant la sécrétion pancréatique, on retrouve des faits analogues. La sécrétion pancréatique apparaît essentiellement sous l'influence d'excitations produites sur la muqueuse duodénale par les liquides acides issus de l'estomac; de sorte que la sécrétion pancréatique est normalement la conséquence nécessaire de la sécrétion gastrique. Elle est produite immédiatement par l'action des acides sur le duodénum, et médiatement par les excitations psychiques de l'appétit et de la gustation, puisque ces dernières provoquent la production d'un suc gastrique fortement acide. L'amidon ne peut engendrer une sécrétion pancréatique, mais il augmente le pouvoir amylolytique d'une sécrétion existante; les graisses déterminent par elles-mêmes la production du suc pancréatique, et augmentent le pouvoir lipasique d'une sécrétion existante.

Les résultats obtenus par Pawlow auront, comme il le dit, « pour effet de bannir l'opinion grossière et inféconde que le canal digestif est universellement excitable par n'importe quel agent mécanique, chimique, thermique, sans compter avec les particularités de chacune des tâches que la digestion doit remplir. Dans

l'état actuel des faits, ces agents, quand ils interviennent activement, doivent être considérés comme des conditions favorables ou empêchantes, mais non comme les acteurs normaux et déterminants du travail digestif sécrétoire. Au lieu d'une représentation fruste, d'un semblant de connaissance grossière, nous avons maintenant l'esquisse d'un mécanisme plein d'art, qui, comme tout ce que nous connaissons dans la Nature, témoigne d'une finesse exquise et d'une adaptation intime des phénomènes à leur but ».

Les faits établis par Pawlow ne doivent pas rester la propriété des seuls expérimentateurs; les pathologistes et les thérapeutes auront grand intérêt à les connaître. Ces faits justifient des pratiques instinctives et empiriques que la Médecine moderne a trop souvent et trop complètement abandonnées. C'est l'appétit qui est le *primum movens* des sécrétions digestives; c'est par l'appétit que la sécrétion gastrique est amorcée; c'est par l'appétit que la sécrétion pancréatique est indirectement provoquée. Il faut donc chercher par tous les moyens possibles à conserver l'appétit intact, quand il existe; il faut chercher à le réveiller, quand il sommeille. Ainsi sont justifiés les condiments et les amers, qui ont été avantageusement employés autrefois; ils doivent reprendre, dans la Thérapeutique, le rôle important qu'ils n'auraient jamais dû perdre.

Dans un dernier chapitre, spécialement écrit pour l'édition française, Pawlow résume les travaux faits dans son Institut pendant les trois dernières années. Il montre comment la bile exerce une action de renforcement sur les actions diastatiques pancréatiques; il décrit dans l'intestin et dans le suc intestinal un ferment, l'entérokinase, qui renforce lui aussi, de façon colossale, l'activité digestive du suc pancréatique. Il termine par des données intéressantes sur la pathologie expérimentale et sur la thérapeutique expérimentale de l'estomac.

Cette trop sommaire analyse est insuffisante pour donner une idée exacte du grand nombre de faits importants exposés dans l'ouvrage de Pawlow; mais elle suffira, j'espère, pour engager le lecteur à lire avec tout le soin qu'il mérite ce bel ouvrage sur le travail des glandes digestives, l'un des plus importants qui aient été écrits en Physiologie dans le cours des dernières années, le plus important sans aucun doute par ses conséquences théoriques et pratiques.

MAURICE ARTHUS,

Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille.

4° Sciences médicales

Marro (Antoine). — *La Puberté chez l'homme et chez la femme.* (Traduit de l'italien par le Dr J.-P. MEDICI, Préface du Dr MAGNAN). — 1 vol. in-8 de 336 pages, avec planches et 4 figures dans le texte. (Prix: 10 fr.) Schleicher frères, éditeurs, Paris, 1901.

« C'est avec plaisir, écrit M. Magnan dans la préface de ce livre, que je me permets de présenter aux lecteurs français le beau travail du Dr A. Marro sur la puberté, considérée dans ses rapports avec l'Anthropologie, la Psychiatrie, la Pédagogie et la Sociologie. Le vaste champ qu'ouvrait à l'auteur sa vie professionnelle et scientifique, d'abord comme praticien, puis comme médecin de prisons et, enfin, comme médecin des asiles d'aliénés, expert judiciaire, directeur du laboratoire et professeur de Psychiatrie, lui a permis de recueillir une riche moisson d'observations et d'expériences qui, ajoutées aux enquêtes particulières qu'il a faites dans différents pensionnats, donnent à son livre une valeur pratique exceptionnelle. La puberté y est étudiée sous toutes ses faces: anatomique, physiologique, pathologique, morale et sociale; c'est le travail le plus considérable et le plus parfait qui ait été publié jusqu'ici sur cette intéressante question. »

M. Marro établit d'abord ce qu'est la puberté: il nous montre l'importance que les peuples anciens, surtout les Grecs et les Romains, attachaient à cette période de transition où l'enfant se dépouille et se transforme pour

passer le seuil de la véritable vie, la vie sociale.

L'auteur étudie ensuite l'apparition de l'époque pubère dans les deux sexes, ainsi que les causes qui accélèrent le développement de la puberté: climat, température, rare, constitution, conditions hygiéniques. Il soumet à une pénétrante analyse chacune des profondes transformations qui s'accomplissent pendant cette période évolutive de l'existence et il passe successivement en revue les modifications physiques, locales et générales, dont s'accompagne le développement des organes sexuels, l'accroissement du corps, les caractères de cet accroissement dans les deux sexes, envisagé surtout dans certains appareils, dans certains organes plus spécialement modifiés.

Puis, M. Marro étudie les phénomènes qui accompagnent l'aptitude à la génération; il en détermine les conditions biologiques, notamment, chez la femme, l'apparition de la menstruation. Il fait ressortir son influence active sur le cerveau, l'excitation cérébrale réflexe qui en est la conséquence avec l'accroissement de l'émotivité, l'apparition d'impulsions instinctives, de sentiments et de penchants nouveaux. Il montre cette maturité sexuelle inséparable non seulement de modifications psychiques particulières poussant parfois à de graves excès (onanisme et ses conséquences), mais encore d'un état métabolique de l'organisme, qui réclame des viscères un surcroît de travail pour fournir les éléments, albumine, sels, etc., nécessaires au développement général du corps et qui, par suite, diminue la force de résistance et favorise une plus grande morbidité. Un chapitre tout entier est consacré à la recherche des relations étroites qui unissent l'évolution de la puberté à celle de l'appareil génital et aux théories diverses qui ont été émises pour expliquer les phénomènes de la puberté.

Vient ensuite l'étude de la puberté chez les dégénérés, et c'est ici que l'éminent aliéniste de Turin va mettre à notre disposition les nombreux et précieux matériaux qu'il a recueillis dans sa vie professionnelle.

Chez les sujets normaux, tous les efforts de l'organisme, toutes les modifications psychiques qui se produisent au moment de la puberté peuvent s'accomplir sans trop grands dommages; mais il n'en est plus de même chez les prédisposés, chez les dégénérés. La puberté est, en quelque sorte, une pierre de touche devant les causes perturbatrices, multiples, qui peuvent intervenir à cette période de la vie; elle est le réactif révélateur fréquent de la dégénérescence mentale. Toute la symptomatologie psychopathologique de la puberté est la reproduction fidèle des psychoses des dégénérés, avec les tendances obsédantes et impulsives, les alternatives d'excitation et de dépression, leur brusquerie, leur périodicité, etc. Les arrêts de développement eux-mêmes, leur intensité sont en rapport avec le plus ou moins de surcharge héréditaire. L'hérédité rayonne sur toutes ces manifestations et les domine.

Après avoir envisagé les causes de la dégénérescence et formulé de sages préceptes d'hygiène physique et morale, M. Marro est naturellement conduit à s'occuper des jeunes délinquants des prisons, si proches parfois des jeunes irresponsables de nos asiles. Ces deux catégories d'antisociaux sont monnaie de la même pièce, et, quand on peut établir l'équation généalogique des cas, on remonte généralement à un tronc commun, sur lequel deux rameaux voisins ont abouti, l'un au crime, l'autre à la folie, sous l'influence parfois du même réactif sexuel et à l'occasion de la puberté. L'alcool à son tour, égale, tantôt alternativement, tantôt isolément, crime et folie, et l'alcoolisme par hérédité s'éveille aussi en même temps que l'apparition de la phase pubère.

« En résumé, conclut M. Magnan, cette magnifique étude de la puberté, dans laquelle abondent de curieux documents, n'intéresse pas seulement les physiologistes, les psychiatres, mais les magistrats, les anthropologistes, et tous les médecins pourront y puiser d'utiles renseignements. »

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Décembre 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Painlevé, étudiant les singularités essentielles des équations différentielles, montre que, moyennant une transformation algébrique, on peut toujours ramener un système d'équations différentielles algébriques réelles à un autre système réel qui ne présente plus de singularités essentielles mobiles, et cela sans changer la variable indépendante. — M. L. Raffy étudie la déformation des surfaces, et en particulier celle des quadriques, en se servant des équations aux asymptotiques. — M. A. Pellet montre que la recherche des racines négatives d'une équation se ramène à la recherche des racines positives de celle qu'on obtient en changeant le signe de l'inconnue dans la première; on a ainsi une méthode permettant d'avoir toutes les racines réelles d'une équation. — M. G. Tzitzéica présente quelques remarques sur le nombre des racines communes à plusieurs équations. — M. E. Carvallo montre, par l'expérience de la roue de Barlow, que les équations de Lagrange ne sont pas toujours applicables aux phénomènes électrodynamiques, notamment dans le cas des conducteurs à deux ou trois dimensions. Cette expérience semble confirmer les deux principes fondamentaux de Maxwell: L'énergie d'un système de courants est une énergie cinétique; les forces électrodynamiques et les forces électromotrices d'induction sont des forces d'inertie. — M. D. Eginitis communique ses observations des Léonides, faites à Athènes, du 14 au 16 novembre. Il a constaté un déplacement assez sensible en ascension droite du radiant principal.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Lafay indique une application de la chambre claire de Govi à la réalisation d'un appareil vérificateur des règles et des plans. — M. H. Pellat propose d'évaluer en valeur absolue les très basses températures en se basant sur le phénomène Peltier, observé au moyen d'un couple thermo-électrique fer-zinc. — M. H. Bagard indique un procédé général qui donne infailliblement une décharge disruptive dans les électrolytes sans avoir recours aux moyens puissants. Il faut d'abord employer des conducteurs à très faible surface, par exemple des fils métalliques. La décharge est produite par deux bouteilles de Leyde isolées, dont les armatures internes sont reliées à une machine électrique et à un excitateur à boules, et les armatures externes aux fils métalliques plongés dans le liquide. — M. C. Tissot a étudié l'étincelle produite par l'excitateur de Hertz par le procédé du miroir tournant. Les images des étincelles successives ne sont pas rigoureusement équidistantes; le premier intervalle est toujours plus considérable que les autres; il dépend de la distance explosive et augmente avec elle. — MM. P. Curie et A. Debierne ont poursuivi l'étude de la radio-activité induite, provoquée par des sels de radium. Dans une enceinte fermée, l'activité induite limite est indépendante de la pression et de la nature du gaz de l'enceinte; elle dépend seulement de la quantité de radium introduit à l'état de solution. — M. A. de Hemptinne a constaté que les substances radio-actives commencent à provoquer la luminescence des gaz à une pression plus élevée que les vibrations électriques. — M. L. Guillet a obtenu, par l'action de l'aluminium sur l'acide stannique, des culots métalliques dont il a pu isoler deux combinaisons définies, se présentant en cristaux très nets; elles correspondent aux formules Al^3Sn et $AlSn$. — M. H.

Imbert montre que les dérivés provenant de l'action des bases pyridiques sur les quinones tétrahalogénées doivent être représentés par la formule C^4H^2Az . $C^6Cl^2O^2$. OH. Le noyau pyridique est donc lié par un seul carbone au noyau quinonique, et l'oxyhydryle contenu dans ces dérivés ne peut dès lors se trouver que dans ce noyau. — MM. E. Heckel et F. Schlagdenhauffen ont analysé la racine de l'*Ilondo*, lierre du Gabon (*Dorstenia Kleiniana*). L'extrait pétroléique laisse déposer de fines aiguilles de composition $C^{12}H^{10}O^2$, à odeur de coumarine. La racine renferme encore une forte proportion de résines. — M. G. Dubat a déterminé la composition des hydrates de carbone de réserve de l'albumen des graines du Petit Houx. A l'hydrolyse on obtient: mannose 27,92 %, glucose 27,64 %, sucre inverti 13,61 %, pentoses 0,68 %. Les hydrates de carbone de réserve sont donc: du saccharose, des mannanes, des dextrans et un peu de pentosanes. — M. E. Fleurent a constaté que les blés durs contiennent au moins 2,5 % d'albumen de plus que les blés tendres; ils sont aussi plus riches en gluten. Le gluten des blés durs renferme une proportion sensible de conglutine (jusqu'à 15 %).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Vallot a étudié les modifications que subit l'hémoglobine du sang sous l'influence de la dépression atmosphérique dans les ascensions de montagne ou en ballon. On constate toujours une diminution de la durée de la réduction lorsqu'on s'élève. — MM. J. Tissot et Hallion ont étudié la respiration à diverses altitudes pendant une ascension en ballon. La quantité absolue d'air qui entre dans le poumon diminue considérablement lorsque l'altitude augmente. Mais, en même temps, la proportion d'oxygène absorbé et de CO^2 exhalé pour cent s'accroît. Aussi l'intensité absolue des échanges respiratoires en une minute reste la même à toutes les altitudes (jusqu'à 3.500 mètres au moins). — M. N. Gréhan, après avoir fait respirer à un chien un mélange contenant de l'oxyde de carbone, le place soit dans l'air pur, soit dans l'oxygène pur. Dans le second cas, on constate une disparition beaucoup plus rapide de l'oxyde de carbone dans le sang. — MM. A. Charrier et G. Delamare, en soumettant des générateurs à diverses intoxications, plus spécialement à des intoxications par toxines microbiennes, ont vu se produire chez les descendants des anomalies de plus en plus variées, dont quelques-unes rappellent exactement les désordres produits par les bacilles chez l'homme. — M. L. Bordas a constaté que les piqûres du *Latrodectus 13-guttatus* Rossi ou *Malmignatte* ne sont nullement mortelles pour l'homme et les gros animaux, comme on le croit communément; elles n'amènent qu'une légère inflammation, suivie de fortes démangeoisons. Par contre, elles produisent sur certains insectes, Mouches, Coléoptères, Orthoptères, une sorte de paralysie suivie rapidement de mort. — M. H. Joffrin a étudié deux maladies des feuilles de Chrysanthèmes, qui aboutissent toutes deux à une flétrissure partielle ou totale, et à la chute de la feuille. L'une est de nature vermiculaire; elle est due à un Nématode du genre *Tylenchus*. L'autre est de nature cryptogamique; elle est due à un champignon nouveau du genre *Septoria*, que l'auteur nomme *Septoria varians*. — M. Em. Laurent a reconnu que la mort des branches de poirier à la suite du développement des baies, des graines et des plantules de Gui à leur surface, est due à un principe toxique contenu dans la plante parasite et qui n'a pu encore être isolé. — M. E. Fournier signale la généralité des phénomènes de capture des cours d'eau

superficiels par les cours d'eau souterrains dans les régions calcaires. Ainsi la Loue est le produit d'un double captage de rivières superficielles, le Doubs et le Drueon. — M. P. Termier étudie les trois séries cristallophylliennes des Alpes occidentales : la série antéhouillère, la série permio-carbonifère et la série mésozoïque. Le métamorphisme de ces trois séries est vraisemblablement d'origine purement plutonienne. — M. St. Meunier signale de nouvelles expériences de striage artificiel des galets, par voie de dénudation souterraine.

Séance du 9 Décembre 1901.

L'Académie présente, à M. le Ministre de l'Instruction publique, la liste suivante de candidats pour la chaire de Culture vacante au Muséum : 1° M. J. Costantin ; 2° M. Bois.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré présente quelques considérations sur les connexions des surfaces algébriques. — M. A. Demoulin établit l'existence, sur l'hélicoïde minimum, d'une double infinité de réseaux conjugués persistants de première espèce. — M. Ed. Maillet démontre l'existence de deux ensembles distincts de nombres tous transcendants, qui ont la puissance du continu. — M. C. Flammarion communique les observations des Perséides qui ont été faites en août à l'Observatoire de Juvisy et à la station auxiliaire d'Antony. Les observations simultanées de quelques météores en ces deux points ont permis de déterminer leur hauteur. L'étoile filante la plus basse est apparue à 15 kilomètres de hauteur et la plus élevée à 119. — M. H. Deslandres communique une méthode simple, basée uniquement sur des observations de temps, pour déterminer la vitesse propre des aérostats dirigeables. Appliquée aux expériences de M. Santos-Dumont, elle donne une vitesse de 7^m,60 à 8^m,10. — M. J. Armengaud communique un tracé donnant, avec une approximation de 1/20^e au moins, la trajectoire sur le sol de l'aérostat dirigeable de M. Santos-Dumont, dans l'épreuve du 19 octobre. Pour lui, la vitesse propre de l'aérostat a atteint 8^m,50 à 9 mètres.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Th. Moureaux a constaté que, si les courbes magnétiques actuelles à l'Observatoire du Parc Saint-Maur ont pu être ramenées à une finesse relative par l'emploi d'amortisseurs, le champ terrestre y est néanmoins perturbé depuis l'établissement du réseau de tramways électriques à trolley de l'Est parisien, et les troubles se manifestent non seulement sur la variation diurne, mais encore sur la valeur absolue des éléments magnétiques. — M. Th. Tommasina communique une nouvelle série d'observations d'orages lointains par auscultation au moyen de l'électroradiophone. Il lui a semblé que certains éclairs sont dus à des décharges non oscillantes, car l'électroradiophone n'en donnait aucun signe perceptible. — M. A. d'Arsonval indique quelques moyens pour la production et le maintien des basses températures. Avec la neige d'acétyle, on arrive facilement à — 115°; au-dessous, il faut avoir recours à l'air liquide qu'on conserve dans des vases à double paroi plongés dans un bain de gazoline. — M. H. Becquerel a reconnu que des produits uraniques, dont la radioactivité avait été affaiblie par des précipitations et des cristallisations, ont regagné spontanément, après dix-huit mois, leur activité première. — M. M. Berthelot a poursuivi l'étude de la décomposition de l'anhydride iodique par le rayonnement du radium; celle-ci n'a lieu que lorsque le radium n'est pas entouré de papier noir, c'est-à-dire dans des conditions où la phosphorescence intervient. — M. O. Boudouard a obtenu trois combinaisons définies d'aluminium et de magnésium : Al Mg², Al Mg, Al²Mg. La première est isolée] du culot 30 Al — 70 Mg par attaque à AzH₄Cl à 10%, la seconde des culots 40 Al — 60 Mg et par une attaque semblable; la troisième du culot 70 Al — 30 Mg par attaque à HCl à 10%. — M. H. Gautier a préparé des alliages de strontium et de zinc en faisant

agir du sodium sur un mélange de chlorure ou d'iodure de strontium et de chlorure de zinc. On obtient de la même façon des alliages de cadmium et de strontium. — M. P. Lebeau a constaté que les fontes siliceuses renferment tout le silicium à l'état combiné sous la forme du siliciure Si Fe². Ce composé étant très soluble dans un excès de fer donne facilement une masse homogène par refroidissement. Il ne pourra apparaître à l'état isolé que lorsqu'il sera en proportion supérieure à celle que devra renfermer une solution saturée dans le fer, vers son point de solidification. — M. Marcel Guédras prépare rapidement l'alcool trichlorobutylique en chauffant un mélange de chloroforme et d'acétone en présence de potasse.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Mayet a réalisé la transmission du cancer de l'homme au rat blanc. De la non-identité histologique entre le produit inoculé et le néoplasme produit, il conclut que le cancer n'est pas un tissu histologiquement défini, mais un mode de réaction des éléments anatomiques divers sous leurs formes diverses, provoqué par la cause encore inconnue qui le réalise. — M. A. Mossé montre que, dans les diabètes, la pomme de terre est un aliment qui non seulement peut être permis mais utile, susceptible d'être avantageusement substitué au pain, dans des proportions suffisantes pour maintenir l'équivalence de la ration alimentaire. — MM. J. Tissot et Hallion ont déterminé les gaz du sang à différentes altitudes dans une ascension en ballon. La quantité totale de gaz contenue dans le sang augmente avec l'altitude, mais celle d'azote diminue. — M. J. P. Langlois a reconnu que les Reptiles à peau imperméable présentent de la polypnée thermique quand leur température atteint 39°, et que les rayons caloriques frappent directement la tête. Cette polypnée entraîne une certaine perte d'eau et intervient comme facteur de la régulation thermique; la polypnée ne peut s'établir que si l'hématose est parfaite. — M. F. Houssay a étudié les variations du jabot et du gésier chez la poule en fonction du régime alimentaire. On constate une réduction énorme du poids et du volume de ces organes quand on passe du régime granivore au régime carnivore. La longueur du tube digestif et des cæcums diminue aussi. — M^{lle} M. Loyez a étudié les transformations de la vésicule germinative chez les Sauriens. Les chromosomes ne disparaissent jamais complètement; les nucléoles prennent une grande importance et peuvent être considérés comme les éléments essentiels de l'activité de la vésicule germinative pendant la période de formation du vitellus. — MM. L. Vialleton et G. Fleury ont étudié la structure des ganglions lymphatiques de l'oise; ils peuvent être comparés à un ganglion de mammifère inachevé. — M. G. André a étudié la nutrition de la plantule aux dépens de ses cotylédons chez le Haricot d'Espagne germant dans un bon sol de culture. La plantule emprunte aux cotylédons une grande partie des substances minérales et la presque totalité de sa matière organique; mais ce dernier emprunt diminue rapidement dès que la fonction chlorophyllienne commence à s'exercer. — M. Em. Marchal a observé que la formation des nodosités chez le Pois est empêchée par la présence des nitrates alcalins, des sels de potassium et de sodium; elle est, au contraire, favorisée par les sels de calcium et de magnésium. — MM. Ch. Eug. Bertrand et F. Cornaille poursuivent l'étude des propriétés des chaînes libéroligneuses des Filicinales (élargissement et rétrécissement d'une chaîne; addition d'un divergeant). — M. G. Delacroix a constaté que l'agent de la nouvelle maladie de la pomme de terre qui sévit depuis deux ans est une bactérie, qu'il nomme *Bacillus solanincola*. Il en a fait des cultures et, par inoculation, a reproduit la maladie. Cette bactérie attaque également la tomate. — M. A. Lacroix a reconnu que les enclaves homogènes des andésites à haïne contiennent une série pétrographique remarquablement continue, comprenant les roches grenues suivantes : microinites à noséane;

gabbro amphibolique pauvre en haïne, gabbro amphibolique très riche en haïne, hornblendite et pyroxénolite. Cette série présente une analogie frappante avec les roches grenues basiques formant le cortège habituel des syénites néphéliniques. — MM. Capitan et Breuil présentent quelques reproductions de dessins paléolithiques gravés sur les parois de la grotte des Combarelles. Ces dessins représentent des Equidés, des Bovidés, des Rennes et des Mammouths.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Décembre 1901.

M. Duguet présente un rapport sur un mémoire du Dr Roustan concernant une épidémie de grippe observée à Cannes et dans ses environs. Cette épidémie a éclaté subitement au mois d'avril et a frappé plus de 400 personnes; elle a fait 21 victimes. — MM. A. Robin, M. Binet et Dupasquier ont étudié les échanges respiratoires aux hautes altitudes, d'après les données recueillies dans une ascension en ballon par l'un d'entre eux. En résumé, pendant l'ascension: 1° Le pouls s'est accéléré; 2° la fréquence de la respiration a augmenté proportionnellement à l'altitude; 3° la capacité respiratoire a diminué en raison inverse de l'altitude; 4° les proportions des gaz ont baissé pour CO_2 et augmenté pour l'oxygène; 5° la ventilation pulmonaire a progressé; 6° les échanges gazeux se sont accrus et plus particulièrement l'oxygène absorbé par les tissus; 7° le quotient respiratoire a beaucoup baissé. — M. Ch. Fernet rappelle les bons effets de la strychnine comme agent thérapeutique dans l'alcoolisme (*delirium tremens*, alcoolisme chronique, etc.) et dans l'adynamie nerveuse. — M. A. Chipault donne lecture d'un mémoire sur la pathogénie de la contracture post-hémiplégique. — M. H. Barré lit un travail sur les germes du froment et le problème de la tuberculose.

Séance du 10 Décembre 1901.

M. le Président annonce le décès de M. de Nenek, correspondant étranger.

M. Porak présente le Rapport pour 1901 de la Commission permanente de l'Hygiène de l'enfance. — M. A. Mossé examine l'emploi de la pomme de terre dans les diabètes sucrés et les complications diabétiques. — MM. Champetier de Ribes et Baudron communiquent une observation de dystocie par kystes hydatiques pendant le travail. Ils ont eu recours à l'opération césarienne suivie d'hystérectomie abdominale; ils ont extrait ainsi un enfant vivant, et les suites de l'opération ont été excellentes pour la mère.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Novembre 1901.

MM. L. Camus et E. Gley ont observé des pertes de poids considérables chez des Hérissons en état d'hibernation. — MM. Moreul et Rieux ont retrouvé, dans un grand nombre de cas de dysenterie, endémique ou épidémique, le bacille déjà signalé par M. Roger. Il ressemble au bacille coli commun; il est colorable par les couleurs d'aniline, mais ne prend pas le Gram. — MM. L. Ingelrans et M. Dehon ont constaté que: 1° l'urotoxicité va diminuant ou reste stationnaire chez les typhoïdiques traités par les bains chauds; 2° elle augmente graduellement chez ceux traités par les bains froids; 3° elle s'accroît notablement chez les malades soumis au régime des boissons abondantes. — M. M. Arthus a trouvé que le sang ne contient pas de fibrinogène au moment de la prise; il y apparaît peu après, mais se développe surtout dans les moments qui précèdent la coagulation spontanée. — M. G. Delamare a observé, chez un lapin tuberculeux, une paralysie ascendante aiguë, avec lésions médullaires, névritiques et musculaires, qu'il attribue aux poisons élaborés par

le bacille de Koch. — MM. Hallion et Tissot ont étudié l'influence des variations rapides d'altitude sur les phénomènes de la respiration à l'état de repos (voir p. 1145) et sur la quantité des gaz du sang. — M. P. Bonnier a reconnu que l'oreille ne s'accomode que lentement à une grande variation d'altitude, par exemple dans une ascension en ballon. C'est là la source directe du malaise des hauteurs. — MM. Calugareanu et V. Henri ont étudié les variations du sang de chien pendant une ascension en ballon. Ils ont constaté une augmentation considérable du nombre des globules; la composition en eau, en azote et en fer n'a presque pas varié. — M. J. Jolly, dans les mêmes conditions, a constaté une augmentation des globules rouges avec l'altitude, et de grandes oscillations des globules blancs, le maximum correspondant toutefois à l'altitude maxima. — MM. R. Lépine et Boulud ont observé la présence d'acide glycuronique dans le foie du chien et du cobaye post mortem. — M. P. Tissot a reconnu que les pus de nature tuberculeuse sont caractérisés par une proportion de mononucléaires double ou même triple de celle des pus septiques, et presque huit fois plus forte que celle des pus blennorrhagiques. — M. R. Blanchard communique des observations sur quelques moustiques. — M. Ch. Pérez a étudié les phénomènes de la N_2 nuphose chez la Fourmi rousse. — M. J.-A. Sicard a constaté que l'existence de l'aspect sanguinolent du liquide céphalo-rachidien n'est pas toujours une preuve certaine de l'hémorragie du névraxe; elle peut provenir tout simplement de la piqûre d'une veine faite au cours de la ponction. Par contre, la coloration jaunâtre ou jaune-verdâtre du liquide céphalo-rachidien est un signe de grande valeur pour reconnaître ces hémorragies. — M. J. Lépine a reconnu que l'injection de mucine de limace stimule la défense de l'organisme chez les animaux tuberculeux. La mucine de limace, à l'état frais, possède également des propriétés hémolytiques remarquables, mais fugitives.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 8 Décembre 1901.

M. A. Cornu décrit une nouvelle méthode pour la détermination des trois paramètres optiques d'un cristal par le réfractomètre. La détermination des trois indices et des trois axes principaux d'un cristal, si importante à la fois en Optique, en Minéralogie et en Pétrographie, est longue et difficile par la méthode des prismes, qui exige la taille de faces planes rigoureusement orientées. Elle devient théoriquement très simple lorsqu'on opère par réflexion totale dans un milieu suffisamment réfringent, car une seule face plane, orientée d'une manière quelconque, fournit alors toutes les données nécessaires. Mais la détermination des trois directions principales est restée jusqu'ici hérissée de calculs inabordable pour la pratique courante. M. A. Cornu, qui a fait, au réfractomètre d'Abbe, de nombreuses observations sur divers cristaux, a été amené à faire l'étude géométrique directe de la réflexion totale sur une surface cristalline et a été conduit ainsi à des relations analytiques d'une simplicité inespérée qui facilitent considérablement la solution du problème. M. A. Cornu rappelle d'abord le principe de l'emploi du réfractomètre à réflexion totale tel que l'a indiqué en dernier lieu Soret. La face cristalline étudiée est appliquée par l'intermédiaire d'une couche d'un liquide convenable sur la face plane horizontale d'un hémisphère de verre très réfringent qui peut tourner autour d'un axe vertical. En faisant varier, à l'aide de ce mouvement de rotation, l'azimut du plan d'incidence autour de la normale à la face cristalline, on trouve quatre azimuts principaux pour lesquels l'angle de réflexion totale est maximum ou minimum. Les valeurs principales extrêmes I_1 et I_2 de l'angle de réflexion totale correspondent aux deux indices extrêmes de réfraction n_x et n_z ; mais il faut choisir, entre les angles I_y et I_x des deux autres azimuts, l'angle I_y qui

correspond à l'indice moyen n_y pour pouvoir rejeter la quatrième valeur de l qui fournirait un indice supplémentaire v dépendant de la taille de la face cristalline. De là une complication dans l'ancienne méthode. L'existence du quatrième azimut principal, correspondant à l'indice supplémentaire v , n'est plus, dans la méthode de M. A. Cornu, qu'une source de vérification. M. A. Cornu expose les parties principales de son étude géométrique directe de la réflexion totale sur une surface cristalline¹. Cette étude est fondée sur la construction de la surface de l'onde, qui permet d'obtenir un point de la normale en ce point en partant de l'ellipsoïde de Fresnel dont les axes a, b, c sont les inverses des indices principaux n_x, n_y, n_z . Il rappelle d'abord les conditions auxquelles conduit la construction d'Huygens pour l'existence du rayon efficace dans la réflexion totale, et la relation :

$$(1) \quad p \sin I = R,$$

entre l'angle I de réflexion totale, l'inverse R de l'indice N du milieu extérieur, et la distance p de l'origine à la tangente à la section de l'onde par la face cristalline. La forme de cette section de surface de l'onde se trouverait géométriquement déduite comme enveloppe par sa *podaire* si l'on connaissait les angles I de réflexion totale correspondant aux divers azimuts. Mais, sans passer par l'étude de cette *podaire*, M. A. Cornu détermine géométriquement, en projection stéréographique, les quatre rayons vecteurs de la surface de l'onde, qui sont en même temps les paramètres p correspondants de la *podaire* et correspondent, par suite, aux quatre azimuts principaux. La même projection stéréographique fait reconnaître immédiatement les trois rayons vecteurs, de longueur maximum ou minimum, qui fournissent par leurs inverses les trois indices principaux n_x, n_y, n_z , puis le quatrième rayon vecteur, maximum ou minimum aussi, qui correspond au quatrième azimut principal et fournit l'indice supplémentaire v . M. A. Cornu montre très simplement que, si α, β et γ sont les angles que fait la normale à la face cristalline avec les trois directions principales, l'indice v satisfait à la relation :

$$(2) \quad v^2 = n_x^2 \cos^2 \alpha + n_y^2 \cos^2 \beta + n_z^2 \cos^2 \gamma,$$

qui permet à la fois de calculer v^2 , de distinguer sans ambiguïté n_y de v et d'obtenir une précieuse vérification. La projection stéréographique déjà utilisée fournit encore les trois relations qui définissent les angles α, β, γ , connaissant les angles que font entre eux les trois premiers azimuts principaux A, B, C , relations qui sont du type :

$$(3) \quad \cos^2 \alpha = \cotg \widehat{AB} \cotg \widehat{CA},$$

avec la relation : $\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$ comme vérification. L'azimut D du plan d'incidence correspondant à l'indice supplémentaire v est déterminé à son tour par trois autres relations du type :

$$(4) \quad \widehat{tg AD} = \widehat{tg BC} \frac{v^2 - n_x^2}{n_y^2 - n_z^2}.$$

Cette méthode de calcul rend très pratique la détermination des indices principaux d'un cristal par l'observation de la réflexion totale sur une seule face cristalline. M. A. Cornu l'a vérifiée par de nombreuses observations au réfractomètre Abbe. Parmi les corps cristallisés étudiés par lui, l'acide tartrique présente une biréfringence assez grande pour permettre une vérification vraiment efficace. M. A. Cornu a trouvé pour valeurs des indices principaux de l'acide tartrique :

$$n_x = 1,49606, \quad n_y = 1,53773, \quad n_z = 1,60554,$$

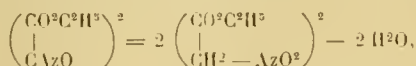
avec une erreur possible inférieure au dix-millième. L'angle de réflexion conique, qui n'atteint pas 2° avec l'aragonite, s'élève pour l'acide tartrique à 4°. En terminant sa communication, M. A. Cornu fait projeter par M. Pellin le phénomène de réflexion conique obtenu avec un cristal d'acide tartrique de 23 millimètres d'épaisseur, mobile autour de deux axes rectangulaires. Ensuite est vérifiée la polarisation si curieuse de l'anneau lumineux correspondant à cette réflexion conique à l'aide d'un analyseur biréfringent formé également d'un cristal tartrique; cet analyseur a été construit par M. I. Werlein. Une dernière expérience projetée devant la Société consiste à plonger un cristal non taillé d'acide tartrique du commerce dans une cuve à faces parallèles renfermant de l'essence de girofle dont l'indice 1,53 se trouve être sensiblement identique à l'indice moyen de l'acide tartrique. Entre la lanterne de projection et la cuve est disposé un petit écran percé d'un assez grand nombre de trous qui définissent autant de pinceaux étroit de rayons et dont les images, dédoublées par le cristal, sont formées sur l'écran de projection. En fatonnant un peu, on parvient à trouver une position du cristal telle que l'une de ces nombreuses images doubles se transforme dans le petit anneau lumineux qui caractérise la réflexion conique. M. Pellat dit qu'il lui a semblé que la projection de la réflexion conique ne devait être exactement ni l'intérieure, ni l'extérieure. M. A. Cornu dit qu'en effet ce n'est exactement ni l'une ni l'autre en projection et qu'on se rapproche seulement de la réflexion conique intérieure. Mais on peut la réaliser exactement dans l'observation au microscope en pointant à travers le cristal l'image d'un petit trou; l'expérience peut se faire avec une lame de clivage de bichromate de potasse en utilisant le fait que l'axe optique est normal à la face de clivage. M. A. Cornu rappelle que le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique ne se présente pas dans les cristaux suivant le sens des axes optiques. Il a pu vérifier le fait au cours de ses expériences. — MM. Foveau de Courmelles et G. Trouvé présentent de nouveaux appareils d'étude et d'utilisation des diverses radiations lumineuses. Pour avoir une quantité suffisante de lumière sans recourir à de grandes sources d'énergie et en isoler les radiations calorifiques lumineuses ou chimiques, ils utilisent la réflexion parabolique; ils séparent des autres les radiations à étudier et les concentrent ensuite sur des surfaces réfléchissantes; tronc de cône concentrateur ou miroir concave réfléchissant une seconde fois les rayons parallèles qu'il reçoit et les envoyant en avant sur une sorte de surface focale; on les dirige ainsi sur le milieu à étudier ou irradier: corps électrisés, champ du microscope... Leurs premiers appareils, présentés à l'Institut le 24 décembre dernier par M. Lippmann, ont été modifiés et perfectionnés. Les rayons calorifiques sont tamisés à travers un disque en verre rouge, la lumière éclairante à travers un disque jaune, la lumière chimique à travers des lamelles de quartz. Quand la chaleur doit être supprimée, une intense circulation d'eau froide a lieu autour de l'appareil et entre les quartz, où elle doit être très limpide. Les sources d'énergie lumineuse peuvent être diverses et sont interchangeables: lampe à incandescence, ordinaire ou à charbon spécial, arc voltaïque, acétylène, métaux... Les auteurs signalent les actions thérapeutiques remarquables obtenues sans brûlures ni phlyctènes, à l'Hôpital Saint-Louis, avec leurs rayons ultra-violettes, contre le lupus, l'épithélioma, les tuberculoses diverses et même pulmonaire, avec ou sans compression de la région traitée... par une lampe à arc de 10 ampères irradiant 10 minutes, à 70 volts par exemple (5 ampères à 85 volts donnant parfois aussi le même résultat), alors qu'il faut 75 à 80 ampères et des séances de 80 minutes avec l'appareil de Finsen de Copenhague.

¹ Voir : *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 125 (15 juillet 1901), et p. 463 (16 septembre 1901).

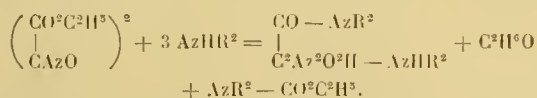
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Novembre 1901.

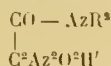
MM. **Bouveault** et **Bongert** exposent les résultats qu'ils ont obtenus dans l'action de l'acide nitrique fumant sur l'éther acétylacétique. Le produit ainsi formé est un produit de déshydratation et de polymérisation de l'éther nitroacétique :



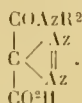
dont la formation a dû précéder la sienne. Les auteurs l'ont, en effet, obtenu dans l'action des acides minéraux sur l'éther nitroacétique. Les amines bisubstituées réagissent sur ce produit de condensation en donnant de l'alcool, un uréthane bisubstitué et un sel de l'amine et d'un acide nouveau, suivant l'équation :



Ces sels, qui ont été préparés à l'aide de la diméthylamine, de la diéthylamine et de la pipéridine, sont très bien cristallisés; traités par les acides, ils fournissent les acides correspondants à la formule :



qui sont aussi très bien cristallisés et dont la constitution semble être :



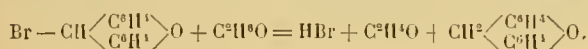
Ils se proposent de continuer ces expériences. — **M. H. Moissan** entretient la société des tentatives qu'il a faites pour isoler l'ammonium (voir p. 1033 et 1086). — **M. Delépine** a montré antérieurement que le trioxyméthylène et l'anhydride sulfurique s'unissent pour engendrer le sulfate de méthylène $\text{SO}^3 = \text{CH}^2$. Il a cherché à étendre cette réaction aux aldéhydes *éthyl-lique* et *propyl-lique*; elle est tout autre et conduit à des acides disulfonés :



L'acétone engendre un acide trisulfoné :



La constitution du premier acide est établie par son identité avec l'acide déjà connu ayant cette formule; celle des deux autres, par leur dédoublement par les alcalis, ce qui engendre, avec l'acide propanol-2,2-disulfonique, de l'acide formique et de l'acide éthylidène-disulfonique, et avec l'acide acétone-1,3,3-trisulfonique, les acides méthionique et acétosulfonique. Ces divers acides prennent, d'ailleurs, naissance dans la réaction, à côté des produits fondamentaux. — **M. R. Fosse** montre que les dérivés halogénés du xanthène possèdent les mêmes propriétés que celles qu'il a déjà fait connaître pour le dinaphtoxanthène. En particulier le bromoxanthène réagit sur l'alcool comme le bromodinaphtoxanthène; il y a élimination d'hydracide, formation de xanthène et d'éthanol suivant la réaction :



M. Fosse se réserve d'établir, par un très grand nombre d'exemples, les deux lois suivantes : 1° les dérivés monohalogénés de la série du xanthène, obtenus soit par l'action des halogènes sur les xanthènes, soit par les hydracides sur les xanthidrols, se comportent comme des sels basiques et donnent des sels doubles avec plusieurs réactifs des alcaloïdes (sels de Pt, Hg, etc.); 2° ces mêmes corps réagissent sur l'alcool comme les sels de diazoïques : ils régénèrent le carbure correspondant, transforment l'alcool en aldéhyde et donnent de l'hydracide. **M. Fosse** se réserve de vérifier si ces lois s'appliquent à la série du pyrane et de transformer en xanthènes ou pyranes, par sa réaction, diverses xanthiones ou pyranes.

SECTION DE NANCY

Séance du 11 Décembre 1901.

M. Guntz décrit l'appareil qu'il emploie pour chauffer les tubes de porcelaine au moyen d'une résistance en fil fin de platine et indique les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir du baryum pur, métal qui n'avait pas encore été obtenu, par distillation de l'amalgame de baryum dans le vide. En appliquant la même méthode à l'amalgame de strontium, il a obtenu l'hydrure de ce métal, qu'il compte obtenir également pur dans les mêmes conditions que le baryum. Les expériences sont en voie d'exécution. — **MM. P. Th. Muller** et **Ed. Bauer**, continuant l'étude physico-chimique des dérivés isonitrosés, ont mesuré la réfraction et la dispersion d'un certain nombre de ces composés depuis l'acétoxime jusqu'à l'acide isonitrosocyanacétique en passant par des molécules qui renferment des radicaux de plus en plus négatifs : oxime de l'acide et de l'éther pyravique, acide isonitrosomalonique et son éther méthylique, isonitrosométhylcétone, isonitrosocamphe, éther isonitrosoacétylacétique, etc. Ils ont constaté que la différence entre l'expérience et la théorie, nulle pour l'acétoxime, va en croissant à mesure que le radical qui accompagne le groupement = AzOH devient plus négatif. L'exagération atteint plus de deux unités pour la réfraction moléculaire de l'acide isonitrosocyanacétique. — **M. E. Blaise** fait une communication sur la synthèse des fonctions primaires au moyen des dérivés organométalliques et en particulier de la fonction alcool primaire au moyen des dérivés organométalliques et du trioxyméthylène.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

El. Metchnikoff : Sur le processus du blanchissement des cheveux. — Quoique le fait du blanchissement des cheveux nous soit très familier, son mécanisme n'a pas encore été dévoilé. Les auteurs de travaux sur les cheveux et la dermatologie avouent leur ignorance sur ce sujet.

Ayant entrepris une étude sur le processus atrophique et spécialement sur l'atrophie sénile, mon attention a été appelée sur l'atrophie du pigment des cheveux, si fréquente chez les vieilles personnes.

Des observations sur des cheveux gris, ou sur des cheveux commençant à devenir gris, m'ont montré que l'atrophie du pigment est due à l'intervention de phagocytes des cheveux.

Ces cellules ont un seul noyau et leur aspect, très différent l'une de l'autre, est dû à de nombreuses prolongations amœboïdes de leur protoplasma. Elles proviennent de la partie médullaire des cheveux et pénètrent dans la couche corticale, où elles absorbent les granules pigmentaires qu'elles enlèvent ensuite des cheveux.

Si nous examinons des cheveux dont une partie est déjà blanche et l'autre encore pigmentée, nous trouvons une grande quantité de ces phagocytes. Ils possèdent des prolongations très développées et pénètrent entre les cellules kératiniques de la couche périphérique.

Dans les cheveux tout à fait blancs, les phagocytes

remplis de pigment deviennent de plus en plus rares, et généralement disparaissent complètement.

Ainsi, il est incontestable que les phagocytes des cheveux absorbent le pigment granulaire de la couche corticale et le transportent autre part; le résultat est le blanchissement complet de ces cheveux. Si l'on observe la racine des cheveux commençant à devenir blancs, on trouve souvent une grande quantité de phagocytes remplis de pigment.

Le blanchissement des poils de vieux chiens a lieu par le même mécanisme. Nous trouvons également ici un grand nombre de phagocytes possédant de nombreuses prolongations et remplis de granules pigmentaires.

Le rôle joué par les phagocytes dans le blanchissement des cheveux explique beaucoup de phénomènes observés il y a longtemps, mais qui n'avaient pas encore été suffisamment compris. Ainsi le fait de cheveux devenant blancs en une seule nuit ou en quelques jours peut être expliqué par l'accroissement d'activité des phagocytes des cheveux, rendus capables ainsi de transporter le pigment dans un temps si court.

Le mécanisme du blanchissement des cheveux par l'intervention des phagocytes permet de classer ce cas d'atrophie sous les lois générales d'atrophie de parties solides de l'organisme.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

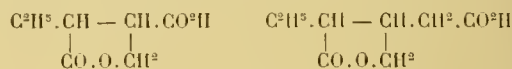
Séance du 13 Novembre 1901.

MM. E. Hagen et H. Rubens communiquent leurs recherches sur le pouvoir de réflexion des métaux pour les rayons ultra-violet. Leur méthode consiste à comparer photométriquement un objet lumineux (fil de platine incandescent) avec son image réelle de même grandeur, obtenue par un miroir concave constitué par la substance à examiner; l'observation des rayons ultra-violet se fait au moyen d'un oculaire fluorescent. Le pouvoir de réflexion de l'argent diminue rapidement au-dessous de la longueur d'onde $450 \mu\mu$ et passe par un minimum de 4 % pour $\lambda = 300 \mu\mu$. Donc, tandis que l'argent est le meilleur métal réfléchissant pour les rayons visibles, il possède, pour les rayons ultra-violet de $250 - 350 \mu\mu$, le pouvoir de réflexion le plus faible parmi tous les métaux examinés. L'or et le cuivre présentent aussi un minimum du pouvoir réfléchissant dans l'ultra-violet, mais il est beaucoup moins marqué que pour l'argent. Le platine, le nickel et le fer se comportent à peu près de même pour tous les rayons: les courbes du fer et du nickel sont remarquablement parallèles, comme on l'a déjà observé dans le spectre infra-rouge. Le magnalium présente un pouvoir de réflexion remarquablement élevé, presque constant entre $\lambda = 700$ et $\lambda = 385 \mu\mu$. Au-dessous, il diminue lentement, mais il est encore de 67 % pour $\lambda = 251 \mu\mu$. — On sait que, dans un espace rempli de rayons sans direction prépondérante, un corps est soumis, d'après les lois de Maxwell, à une pression égale de tous les côtés. Il n'est pas impossible que cette loi se modifie pour les corps en mouvement, car *a priori* il doit tomber sur le côté antérieur une plus grande quantité d'énergie que sur le côté postérieur. M. M. Thiesen a entrepris de calculer, non directement d'après la théorie électromagnétique, mais d'après les lois du rayonnement, la résistance que rencontre ainsi un corps en mouvement qui se trouve en équilibre de radiation avec le milieu environnant. Cette résistance, qu'il appelle résistance de frottement, est très faible. À la surface de la terre, elle n'atteint qu'une valeur d'environ 1.000 kilos et son influence sur la durée de l'année serait une diminution de $4^{sec}3 \times 10^{-22}T^3$. Par contre, pour les molécules d'un gaz elle pourrait atteindre, aux hautes températures, une valeur de l'ordre de la pesanteur, ce qui conduirait à modifier la loi de Maxwell-Boltzmann sur la répartition de la vitesse des molécules, si les considérations précédentes sont valables pour les molécules.

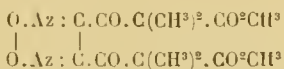
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1901.

M. W. Ramsay a constaté que, si l'on ajoute H^2O^2 à un mélange d'acide sulfurique et de permanganate de potasse, tout l'oxygène actif se dégage, tandis que, si l'on ajoute du permanganate à un mélange de H^2O^2 et d'acide sulfurique, il ne se dégage qu'une partie de l'oxygène, car ni l'acide persulfurique, ni l'acide de Caro ne sont complètement attaqués par le permanganate. Si l'on substitue l'acide acétique à l'acide sulfurique, la quantité d'oxygène dégagé correspond exactement à celle de permanganate ajouté, dans l'un et dans l'autre cas. Ces faits ne confirment pas la production d'un oxyde supérieur de l'hydrogène. — M. G. W.-F. Holroyd a réduit la nitro-urée par électrolyse dans une solution aqueuse de chlorure d'ammonium et a obtenu le semicarbazide avec un rendement de 60 %. — M. H.-A.-D. Jowett a trouvé, parmi les produits d'oxydation de l'isopilocarpine par le permanganate, à côté des acides acétique et pilopique, un peu d'acide propionique et un nouvel acide $C^8H^{12}O^4$, nommé homopilopique. L'acide pilopique correspond bien à la formule $C^7H^{10}O^4$; il fond à 104° ; il est dextrogyre. L'acide homopilopique bout à $235^\circ - 237^\circ$ sous 20 millimètres; il est également dextrogyre. L'auteur a préparé de nombreux dérivés de ces deux acides. L'acide pilopique, fondu avec KOH à haute température, fournit de l'acide butyrique normal; l'acide homopilopique, dans les mêmes conditions, donne de l'acide α -éthyltricarballoylique. Ces deux acides possèdent donc vraisemblablement les schémas suivants :



— Le même auteur a fait la synthèse de l'acide α -éthyltricarballoylique de la façon suivante : Le cyanacétate d'éthyle sodé, condensé avec l' α -bromobutyrate d'éthyle, donne le β -éthylcyanosuccinate d'éthyle. Le dérivé sodé de ce dernier, condensé avec le bromacétate d'éthyle, fournit l' α -éthyl- β -cyanotricarballoylate d'éthyle. Enfin, l'hydrolyse de ce dernier livre l'acide α -éthyltricarballoylique, fondant à 137° — M. K.-J.-P. Orton, en traitant un grand nombre d'acides gras monobasiques avec un excès de chlorure de benzoyle en présence d'ammoniaque et de soude, a obtenu les amides de ces acides en même temps que de la benzamide. En substituant la méthylamine à l'ammoniaque, on obtient les méthylamides. Si les acides gras et le chlorure de benzoyle sont chauffés d'abord ensemble à $100 - 120^\circ$ pendant trois heures avant le traitement par l'ammoniaque, le rendement en amide est augmenté et peut aller jusqu'à 75 %. Quand les acides possèdent des groupes hydroxyle ou amine, ceux-ci sont en même temps benzoylés. — MM. P.-F. Frankland et R.-C. Farmer ont trouvé que le peroxyde d'azote liquide est un excellent dissolvant, généralement inerte, pour les composés organiques. Seuls, les corps hydroxylés sont transformés en dérivés nitrés, et les amines diazotées. C'est un corps qui ne produit pas la dissociation électrolytique. Sa constante ébulliscopique est 13,7; quelques déterminations ont montré que les acides acétique et benzoïque dissous avaient des molécules doubles. — M. E. G. Clayton a analysé une incrustation provenant de la Galerie de pierre de la Cathédrale de Saint-Paul. Elle renferme une forte proportion de sulfate de chaux. Celui-ci provient certainement de l'action des pluies chargées d'acide sulfureux et sulfurique émanés par les cheminées des nombreuses usines voisines. — Le même auteur publie quatre analyses d'asbeste, dont l'une d'origine anglaise, et dont la composition ne diffère pas beaucoup de celle des autres. — M. W.-H. Perkin, en traitant le diméthylacétoacétate d'éthyle par l'acide nitrique concentré, a obtenu un produit fondant à 65° et qui semble correspondre à la formule suivante :



Ce composé, réduit par l'étain et HCl, donne deux composés isomères incolores, C¹¹H²⁰O³Az², fondant à 154° et 173°, et un composé jaune, C¹¹H¹⁶O²Az², fondant à 170°. Ce dernier se dissout dans la potasse en se transformant en un acide C¹¹H¹⁴O²Az², fondant à 214°. — M. H.-O. Jones a observé, chez plusieurs composés azotés substitués, le déplacement du radical benzyle par le groupe méthyle; par contre, les groupes éthyle, propyle, isobutyle, allyle n'ont aucune action sur les corps benzylés. L'action particulière du méthyle est due à sa grande mobilité.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Novembre 1901.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. H. Schoute : *Etude analytique d'une configuration du Dr C. Segre*. Seconde partie. Lieu des plans coupant quatre droites données arbitrairement dans l'espace E₄ à quatre dimensions. Transformation du système de coordonnées, employé par l'auteur en celui dont s'est servi M. G. Castelnuovo. Paraphrase sur la question : la configuration de Segre est-elle unique en son genre? — M. E. F. van de Sande Bakhuyzen présente au nom de M. C. Sanders : *Détermination astronomique de la longitude et de la latitude n la côte occidentale d'Afrique*; 1° Instruments. Déterminations du temps. Marche du chronomètre; 2° Détermination de la latitude de Chiloango à l'aide de hauteurs circummériidiennes; 3° Corrections de la latitude de San-Salvador et d'Ambriz (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XI, p. 224); 4° Détermination provisoire de la longitude de Chiloango.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Zeeman : *Quelques observations sur le pouvoir résolvant d'un spectroscopie à échelons*. Cette communication est en relation intime avec une étude récente publiée dans le Livre jubilaire de Bosscha (*Archives néerlandaises*, série 2, t. VI, p. 319). La radiation verte très intense du mercure (λ = 5460), du thallium (λ = 5440), du cadmium (λ = 5086). La meilleure série de « tests ». Il semble, d'après les observations de l'auteur, qu'il soit possible de construire un spectroscopie à échelons conformément aux exigences théoriques. — Ensuite M. Zeeman présente au nom de M. J. W. Giltay : *L'action de la bobine d'induction dans les appareils téléphoniques*. Première partie. Aussitôt que Hughes publia l'invention du microphone, cet appareil bien simple attira l'attention générale. Partout on l'expérimenta. On reliait le microphone à un couple d'éléments Leclanché et à un téléphone et on transmettait ainsi le son d'une montre en marche par le microphone au téléphone. Seulement aussitôt qu'on voulut mettre à profit le microphone dans la pratique téléphonique, on remarqua que, sur des fils conducteurs d'une résistance quelque peu importante, le son produit était trop faible. Alors Edison et en même temps Hoorweg ont indiqué un moyen simple pour surmonter cet obstacle : au lieu d'intercaler le microphone dans le circuit, on le place avec les éléments dans le fil primaire d'une petite bobine d'induction. Les extrémités du fil secondaire sont mises en communication avec les deux extrémités du fil conducteur ou avec ce fil et avec le sol. En choisissant d'une manière convenable les enroulements secondaires, le courant ondulant des éléments est transformé dans un courant alternatif de potentiel beaucoup plus haut, ce qui permet de téléphoner sur des circuits d'une résistance beaucoup plus considérable qu'auparavant. En exceptant les téléphones fonctionnant à des distances de quelques centaines de mètres, on ne trouve à présent plus d'appareil téléphonique sans bobine d'induction. Les bobines dont on se sert ordinairement portent quatre couches de fil primaire, chaque couche se composant de 90 tours, l'épaisseur du fil étant ordinaire

$\frac{1}{2}$ millimètre. Le fil secondaire a d'ordinaire une épaisseur de $\frac{1}{8}$ millimètre et 3.000 tours. A l'intérieur de la bobine se trouve un noyau de fer. La pratique a prouvé qu'une bobine pareille donne les meilleurs résultats dans la plupart des cas. La littérature sur le choix de la bobine est extrêmement rare, ce qui semble démontrer qu'on n'a presque pas expérimenté sur ce sujet. Le manuel connu de MM. Preece et Stubbs contient une table faisant connaître les résultats de quelques expériences comparatives faites par M. Abrezol. Le microphone Blake fut mis en communication avec des bobines d'induction différentes et chaque fois on observait l'intensité et la clarté du son; seulement, à en juger par ce qu'en disent MM. Preece et Stubbs, les chiffres de cette table n'ont pas la moindre valeur; en effet, à la question où se trouve la description originale de ces expériences, M. Preece a répondu qu'il regrettrait d'avoir oublié d'en lui étaient venu ces chiffres. D'ailleurs, l'évaluation du rapport de l'intensité de deux sons par l'ouïe étant déjà assez critique, on ne saurait se représenter comment on doit traduire en chiffres les différents degrés de clarté. Donc M. Giltay s'est efforcé d'examiner expérimentalement si un accroissement du nombre des tours primaires au-dessus du nombre ordinaire ne mène pas pas à un renforcement ou à une amélioration du son téléphonique. A cette fin il se servait de dix bobines différentes dont les propriétés principales peuvent être déduites du tableau I :

TABLEAU I. — Caractéristiques des bobines.

MARQUE des bobines	NOMBRE des couches de fils primaires	NOMBRE des tours	RÉSISTANCE du fil primaire en ohms	RÉSISTANCE du fil secondaire en ohms
3 A	3	270	0,8	216
3 B	3	270	0,8	214
6 A	6	540	1,85	247
6 B	6	540	1,9	253
9 A	9	810	3,2	316
9 B	9	810	3,2	295
12 A	12	1.080	4,9	353
12 B	12	1.080	4,9	340
15 A	15	1.350	6,5	363
15 B	15	1.350	6,4	373

Les bobines marquées A possèdent un noyau de fer; celles marquées B en sont dépourvues. Pour faciliter le langage, l'auteur parle de bobine d'ordre supérieur ou inférieur à mesure que le nombre des tours primaires est grand ou petit. Toujours il employa le téléphone Hunnings-Cone, dont la résistance s'élève à 3,5 ohm. Au lieu de comparer les actions des bobines différentes par l'ouïe, l'auteur s'est servi de l'électrodynamomètre de Bellati (*Wied. Ann.*, nouvelle série, t. XXV, p. 325, 1885), dont la forme extérieure a bien changé depuis son invention. Le résultat des expériences, dont il nous est impossible de faire connaître les détails, est déposé dans les tableaux II et III.

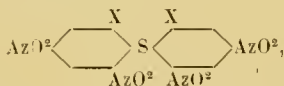
TABLEAU II. — Résultats des expériences.

	BOBINES				
	3 A	6 A	9 A	12 A	15 A
intensité du courant induit, celle de la bobine 3 A étant prise comme unité. . . .	4	1,507	1,429	1,414	0,818

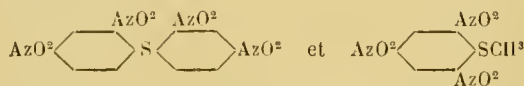
TABLEAU III. — Résultats des expériences.

	BOBINES				
	3	6	9	12	15
Valeur du rapport $\frac{A}{B}$	3,56	3,95	2,59	1,95	1,48
Effet utile du fer, celui de la bobine 3 étant pris comme unité.	1	0,71	0,47	0,33	0,27

On voit donc que l'intensité du courant d'induction atteint bientôt une valeur maximum et que l'effet utile du noyau de fer diminue à mesure que l'ordre de la bobine augmente. — M. C.-A. Lobry de Bruyn présente au nom de M. J.-J. Blanksma : *Sur l'influence de plusieurs atomes et groupes d'atomes sur la transformation de sulfures aromatiques en sulfones*. En chauffant au bain-marie du sulfure de picryle avec de l'acide nitrique de poids spécifique 1,52, on retrouve, en diluant avec de l'eau, la substance originale; au contraire le sulfure de tétranitrodiphényle (1 : 3 : 4) est transformé par un même traitement tout à fait dans la sulfone correspondante. La formule du sulfure de picryle contenant quatre groupes nitro en position ortho par rapport à l'atome de soufre, on peut supposer que l'atome de soufre est protégé contre l'action oxydante de l'acide nitrique par ces quatre groupes nitro, ce qui présenterait donc un cas d'obstacle stérique. Ainsi l'auteur s'est posé les deux questions suivantes : 1° Peut-être l'atome de soufre est-il protégé déjà d'une manière satisfaisante contre l'action oxydante de l'acide nitrique par la présence de deux groupes nitro attachés en position ortho au noyau du benzène ? 2° Y a-t-il d'autres atomes ou groupes d'atomes exerçant une influence pareille ? Le résultat des expériences de l'auteur peut être mis dans la forme suivante : La formation de sulfone ne se présente pas dans les cas :



où X remplace AzO^2 ou CAz ou ClH^3 ; au contraire, elle se présente chez



L'auteur continue ses recherches sur d'autres atomes et groupes d'atomes comme Cl, Br, COOH et aussi sur trois groupes en position ortho. — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. W.-H. Keesom : *Contributions à la connaissance de la surface ψ de van der Waals (V)*. L'indépendance des constantes du point de plissement et de la teneur dans le cas de mélanges binaires dont une des deux substances prévaut. D'abord l'auteur démontre que les variations de température et pression critiques au point de plissement dues à la présence de petites quantités de la seconde substance dépendent exclusivement des deux quantités :

$$\alpha = \frac{1}{T_c} \frac{dT_{cc}}{dx}, \quad \beta = \frac{1}{p_c} \frac{dp_{cc}}{dx},$$

ce qui le ramène à une relation trouvée, en novembre 1897, par van der Waals même (*Rev. génér. des Sc.*, t. IX, p. 43). Ensuite, il compare ses formules avec les résultats d'expériences sur des mélanges dus à Amagat et Verschaffelt. Enfin, à l'aide des états correspondants, il déduit une expression pour la variation du volume au point de plissement avec la teneur. Chemin faisant, il indique une erreur commise par M. Dieterici (*Drude's*

Annalen, t. V, p. 54-88, mai 1901) dans la déduction de son équation d'état.

SCIENCES NATURELLES. — M. C. Winkler présente, aussi au nom de M. G. van Rynberk, une étude : *Sur la fonction et la structure des atomes dermiques du torse*. Des vivisections, ingénieusement inventées et parfaitement exécutées par L. Türck en 1856 sur des chiens et par Ch. S. Sherrington, de 1893 à 1900, sur des singes, forment la base de la connaissance physiologique actuelle de l'innervation du derme par les racines postérieures. en nous faisant connaître la position de ces champs de racines sur le torse et les extrémités. D'un autre côté, M. L. Bolk est parvenu, en 1897, à des résultats analogues à l'aide d'une dissection minutieuse des nerfs chez l'homme et le singe. Et aussi l'expérience pathologique de lésions organiques des racines postérieures et des perturbations qui les accompagnent, enregistrées par MM. J. Ross, A. Starr, W. Thorburn, Köcher, H. Head, R. Wichmann, a mené à une topographie des atomes dermiques en harmonie avec les résultats de Türck, Sherrington et Bolk. Mais, quoique tous les investigateurs soient parfaitement d'accord en ce qu'ils considèrent les atomes dermiques comme des unités, ils ne nous apprennent presque rien par rapport à la constitution de ces unités et à la manière dont elles fonctionnent. Cependant, la supposition que la racine postérieure est une unité n'est pas intuitive, car elle se compose de plusieurs faisceaux (chez les animaux d'expériences de l'auteur de quatre à sept faisceaux), de manière que cette question se pose : ces faisceaux de racine, dont l'atome dermique forme le champ commun d'innervation, ne peuvent-ils pas faire valoir autant de droits à être considérés comme les unités essentielles ? En tout cas, on désire savoir comment chaque faisceau de racines se comporte envers l'atome dermique entier, et cela d'autant plus que d'autres expériences de l'auteur exigent qu'on poursuive l'analyse des atomes dermiques. De plus, le problème de savoir, si chaque faisceau de racines possède dans l'atome dermique un champ d'innervation qui lui est propre et, dans l'affirmative, si ces champs de faisceaux de racines y sont rangés cranio-caudalement ou bien dorso-ventralement, peut être résolu par l'expérience. A l'aide de ses expériences — trop spéciales pour être décrites ici — l'auteur trouve : 1° Il faut distinguer dans l'atome dermique entre un *champ noyau*, de forme triangulaire, dont la base se trouve au côté dorsal et le sommet au côté ventral, et le reste, situé de part et d'autre, qu'on peut nommer *champ marginal*. Le champ noyau est le siège de sensibilité ; 2° Le champ noyau contient deux points de sensibilité maximale ; 3° Chaque faisceau de racines peut faire valoir son influence sur le champ noyau tout entier. — Ensuite M. Winkler présente au nom de M. L.-L.-J. Muskens : *Observations sur la physiologie et la pathologie des mouvements et des positions forcées et de déviations correspondantes de l'innervation des globes de l'œil*. — M. A.-A.-W. Hübner présente au nom de M. J. Th. Oudemans : *Etude sur la position de repos chez les Lépidoptères*. Sont nommés rapporteurs : MM. Hübner et P.-P.-C. Hoek. — M. J.-M. van Bemmelen présente au nom de M. J. Lorié : *Description de quelques percements de sol nouveaux*. III. *Percements le long du canal de Gand à Terneuzen*. Sont nommés rapporteurs : MM. van Bemmelen et G. van Biesen. — Est nommé membre de la commission géologique : M. C. Lely. — MM. B.-J. Stokvis présente sa brochure : « De l'aluminium considérée au point de vue de l'assurance sur la vie », et au nom de M. E. Cohen : « Vorträge für Aerzte über physikalische Chemie » (Leçons de chimie physique pour des médecins). — M. J.-D. van der Waals présente au nom de M. R.-D.-M. Verbeek « Geologische beschrijving van de Bandaeilanden » (Description géologique des îles Banda). P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XI DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1901)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie, Géodésie, Météorologie et Métrologie.

Valeur absolue des éléments magnétiques au 1 ^{er} janvier 1901.	112
La comète Giacobini.	202
La nouvelle étoile de Persée	297
Revision de l'arc de méridien de Quilo.	249
La variabilité de la planète Eros	396
Le sidérostal et la photographie stellaire	502
Eclipse du 1 ^{er} satellite de Jupiter.	503
L'éclipse de soleil du 18 mai 1901.	553
L'activité solaire.	553
L'éclipse du 4 ^e satellite de Jupiter.	553
La première comète de 1901	554
Variations de la température à diverses hauteurs.	554
La Météorologie au sommet de la Tour de 300 mètres.	641
Anciens journaux météorologique	685
La formation des petites planètes.	729
Système cométaire résultant de la désagrégation de comètes	779
La constitution physique du Soleil	823
La foudre en boule	824
La troisième Conférence internationale du mètre.	893
Un changement à longue période des taches solaires.	941
La carte du Ciel	1043
Etoile à fort mouvement propre	1044
La géographie de Mars.	1044
L'étoile temporaire de Persée	1093
Observation des étoiles filantes.	1094

Botanique et Agronomie.

OLIVIER (Louis). — L'enseignement de la Botanique dans les Universités	894
RÉPIN (D ^r Ch.). — La culture de la Morille.	595
Un café sans caféine	113
L'Institut agricole de l'Université de Nancy.	687
Influence nocive de traces de cuivre sur la germination des graines	1097

Bibliographie scientifique.

Projet de création d'un Dictionnaire technique en trois langues	598
A propos de l'apparition de quelques périodiques nouveaux	1098

Chimie.

MARIE (Ch.). — Sur un nouveau facteur intervenant dans la solubilité des corps solides.	686
— Le développement et l'état actuel de l'industrie chimique en Suisse.	990
ROQUES (X.). — La stérilisation et le transport des moûts	593
La grandeur moléculaire et la densité de la vapeur du soufre	3

La diastase de la fermentation gallique.	59
Synthèse de l'acide isocamphoronique	59
Conférences de l'Institut Pasteur : Les falsifications des alcools et eaux-de-vie	113
Composition chimique des pétroles roumains.	156
Action de l'éther méthylmalonique sodé sur l'oxyde mésityle.	156
Le gaz à l'eau et ses applications.	203
L'analyse des sucres	204
Méthode de séparation du glucose d'avec le maltose.	300
La constitution de la cinchonine et de la quinine	250
Formation de composés aromatiques à partir du glutamate d'éthyle et de ses dérivés	351
Une réaction analogue à celle de Cannizzaro dans la série grasse	351
Sur le phéno- α -cétocaproléthylène et ses dérivés.	397
Découverte de nouveaux alcaloïdes dans le tabac	556
La distribution des prix à l'Institut de Chimie appliquée.	644
La production électrothermique du ferro-silicium.	644
Condensation de la phényl-éthylcétone avec la benzaldéhyde.	644
Le cellose, un nouveau sucre tiré de la cellulose.	644
Un grand perfectionnement dans la fabrication du gaz d'éclairage.	686
Extraction des cyanures dans les usines à gaz	687
Programme des prix de la Société Industrielle de Mulhouse pour 1902.	779
Nouvelles recherches sur l'affaiblissement des clichés photographiques.	826
La méthode chronophotographique appliquée à l'étude de la genèse des cristaux.	990
Synthèse complète de l'acide apocamphorique (camphopyrique).	943
Action des chlorures de phosphore sur les éthers aromatiques de la glycérine.	1014
Altération des métaux sous l'influence des gaz	1093
Quelques propriétés curieuses de l'anhydride sulfurique	1096

Congrès.

A. B. — Le Congrès international de Sociologie coloniale.	944
Le cinquième Congrès international des physiologistes	206
1 ^{er} Congrès égyptien de Médecine	780
Le Congrès britannique de la tuberculose tenu à Londres du 22 au 26 juillet 1901	862

Distinctions scientifiques.

Académie des Sciences de Paris. Elections :	
M. Humbert	249
M. Zeiller	394
M. Laveran	453
MM. Paul Sabatier, Oudemans et Zeuner.	502
M. Y. Delage	1041
Académie royale des Lincei de Rome. Election d'un savant français : M. Emile Picard	641

La séance annuelle de l'Académie des Sciences de Paris	4
La médaille d'or Swammerdam	153
Les médailles de la Société Royale de Londres	990

Enseignement.

LOISEL (Gustave). — Sur l'enseignement de l'embryologie en France. Réponse à M. le professeur Nicolas	251
NICOLAS (A.). — Sur l'enseignement de l'embryologie à l'Université de Nancy	4
OLIVIER (Louis). — L'enseignement de la Botanique dans les Universités	894
Conférence sur l'alcoolisme	398
Institut Pasteur. Cours d'Analyse et de Chimie appliquée à l'Hygiène	731

Géographie, Colonisation et Voyages.

A. B. — Le Congrès international de Sociologie coloniale	944
CLOZEL (M.). — La pénétration dans la Côte d'Ivoire	596
DEHÉRAIN (Henri). — Voyage de M. Hugues Le Roux dans l'Éthiopie occidentale	556
H. L. — La consommation du thé et du café dans quelques pays	254
REGELSPERGER (Gustave). — Les explorations du major Gibbons et du capitaine Lemaire; le haut Zambèze et le haut Congo	252
— La mission Lenfant	645
— Les expéditions antarctiques anglaise et allemande	827
— Le chemin de fer du Yun-nan	993
Fondation du prix du commandant Lanuy	6
Erection d'un monument à Paul Blanchet	114
La production du caoutchouc	157
Institut de Médecine coloniale	556
Les limites du Gulf Stream dans l'Océan Arctique	780
La Revue d'Asie	945
VOYAGES D'ÉTUDE DE LA REVUE :	
— Croisière en Finlande	393
— Livres à lire	456
— Croisière en Syrie et Palestine	501
— Livres à lire	557

Géologie et Paléontologie.

L'origine des nitrates dans les cavernes	750
L'Association géologique de Londres en Auvergne	780

Mathématiques.

Une nouvelle propriété de la sphère. Les surfaces pseudo-sphériques et la Géométrie non euclidienne	201
L'étude des Mathématiques à l'Université de Genève	1041

Mécanique.

GUILLEAUME (Ch.-Ed.). — Un point d'histoire de la locomotion aérienne	503
La locomotive moderne et son avenir	202
Le chemin de fer électrique sous-fluvial de Liverpool à Birkenhead	685
La destruction des ordures et la production de l'énergie électrique	825
L'emploi de l'aluminium comme conducteur pour l'électricité	861

Mines et Métallurgie.

DEMENGE (E.). — Essai des métaux à la flexion par choc de barreaux entaillés	942
HOLLARD (A.). — Théorie de la dureté des métaux et des alliages	455
L'aluminothermie	3
Recherches récentes sur l'élasticité des métaux	453
Les lignes superficielles qui apparaissent dans le sciage des métaux	298
La production électrothermique du ferro-silicium	535
De l'utilisation des gaz de hauts-fourneaux	593
Fondation Andrew Carnegie	1095

Nécrologie.

BERGERON (Jules)	57
CHATIN (Adolphe)	57
CORNU (Maxime), par L. Mangin	453
HERMITE (Charles), par P. Appell	109
HIRSCH (Adolphe)	395
LACAZE-DUTHIERS (Henri de)	685
NORDENSKIÖLD (Adolf Erik), par Henri Dehérain	778
POTAIN (P.-Ch.), par le Dr H. Vaquez	111
RAOULT (F.-M.)	394
ROWLAND (H.-A.)	454
TAIT (le Prof. P.-J.)	685
TAIT (le Prof.), par Lucien Poincaré	777
Mort des professeurs Potain et Hermite	87
L'explorateur SERPA PINTO, par Henri Dehérain	411
Mort du professeur et explorateur Nordenskiöld	729

Physique.

JANET (Paul). — La lampe à incandescence et le courant alternatif	155
Nouvelle détermination de la vitesse de la lumière à l'Observatoire de Nice	2
La loi de Cailletet et Mathias et la densité critique	58
La lampe à incandescence et le courant alternatif	58
Nouvelle méthode pour la cristallisation des solutions, en particulier des solutions de substances albumineuses	155
Les expériences de Niepce de Saint-Victor et les rayons de Becquerel	154
Le rayonnement calorifique des étoiles	249
La réflexion et la réfraction du son	349
Identité du spectre de l'aurore polaire et du spectre cathodique	349
Propriétés diélectriques des électrolytes	505
Le déplacement des bandes d'absorption dans les solides en fonction de la température	555
Une nouvelle relation entre les raies spectrales	894
La loi de la distribution régulière des éléments magnétiques en France	1094
Déviations magnétiques provoquées par les rayons cathodiques	1094
Propriétés électriques des alliages de cuivre et de cobalt	1093

Sciences médicales et Hygiène publique.

Les sanatoria d'arrondissement : le futur sanatorium de Versailles	5
Opinions des médecins sur les sanatoria populaires	61
La cryoscopie du sang dans la fièvre typhoïde	114
Influence de l'oxygène sur les convulsions strychniques	457
Le sanatorium de l'arrondissement de Versailles	252
La préparation des produits opothérapiques	301
La différenciation cellulaire et les tumeurs	398
Les helminthes comme agents inoculateurs des bactéries	456
Le stérilisation domestique de l'eau d'alimentation	687
Le passage des microbes à travers les filtres	731
Institut Pasteur. Cours d'Analyse et de Chimie appliquée à l'Hygiène	731
1 ^{er} Congrès égyptien de Médecine	780
Le Congrès britannique de la tuberculose tenu à Londres du 22 au 26 juillet 1901	862
Mesures sanitaires à bord des navires	1045

Sociétés savantes.

Conférence Scientia	64
Réception en l'honneur du professeur A. Agassiz	158
Délégation pour l'adoption d'une langue auxiliaire internationale	254
L'Association des Anatomistes	353

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

Introduction de la Mante religieuse aux États-Unis	4
Nouvelles études sur la bile	60
La fécondation chimique des œufs d'Oursin	414
La ration d'entretien dans les pays chauds	456

Hermaphroditisme et parthénogenèse chez les Nématodes	204	Le lait utérin chez quelques poissons	643
Les sérums précipitants	205	De la double spécificité des sérums précipitants	730
Le laboratoire de Biarritz	300	Recherches sur la coagulation du sang et les sérums anticoagulants	862
Comment les fleurs attirent les insectes	352	Notes sur des Nautiles vivants	943
Albumines du sang d'homme et du sang de singes	353	Les relais des réflexes	943
L'insuffisance glycolytique	353	La formation de l'acide urique chez les Oiseaux	992
Sur la myologie des Rongeurs	397	Voyages aériens des Araignées	992
La théorie de Schenk sur la détermination volontaire du sexe	505	La parthénogenèse provoquée chez les Echinodermes	992
		Sur l'érepsine, diastase de l'intestin	1044

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie, Géodésie et Météorologie.

CALLANDEAU (O.). — Revue annuelle d'Astronomie	712
MASCART (Jean). — Les éclipses et la constitution physique du Soleil :	
1 ^{re} partie : Théorie des éclipses et résultats des observations	213
2 ^e partie : La constitution physique du Soleil et l'éclipse du 28 mai 1900	270
TONDINI DE QUARENGHI (Ges.). — L'unification des calendriers Grégorien et Julien	175

Botanique et Agronomie.

LARBALÉTRIER (A.). — L'état actuel et les besoins de la culture des prairies naturelles et des pâturages en France	836
LEZÉ (R.). — La laiterie française et ses récents progrès	82
ROQUES (X.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie des conserves alimentaires en France :	
1 ^{re} partie : Fabrication	699
2 ^e partie : Production, hygiène	751
TRABET (Dr). — L'état actuel de la culture de l'Olivier en Algérie	16
— Le crin de Tampico et la culture des <i>Agave univittata</i> et <i>heteracantha</i> en Algérie	233

Chimie.

BOULLANGER (E.). — L'emploi des Mucédinées en distillerie	689
CHARABOT (Eugène). — L'état actuel de l'industrie des parfums artificiels	524
ETARD (A.). — Revue annuelle de Chimie pure	134, 1076
HALLER (A.). — La fabrication de l'acide sulfurique au moyen des procédés par contact	459
— L'indigo naturel et l'indigo artificiel :	
1 ^{re} partie : Production de l'indigo naturel	255
2 ^e partie : Fabrication de l'indigo artificiel	323
HOLLARD (A.). — Les principes de l'analyse électrolytique	94
MOISSAN (H.). — Les carbures métalliques	946
Hommage à M. Marcellin Berthelot	989

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

BUCQUOY (M.). — La peste à bord du <i>Sénégal</i> . Une quarantaine au Frioul	956
GAUTIER (Armand). — La médecine expérimentale	354
GLEYS (E.). — La pathogénie du goitre exophtalmique	897
HARTMANN (Dr Henri). — Revue annuelle de Chirurgie	881
LEROY (Dr Raoul). — L'alcoolisme dans l'Europe au XIX ^e siècle	616
LÉTIENNE (Dr A.). — Revue annuelle de Médecine	923
LOIR (Dr Adrien). — Pasteur à Arbois. A l'occasion de l'inauguration de sa statue	821
— La désinfection par l'acide sulfureux	962
METCHNIKOFF (E.). — Les poisons cellulaires (cytotoxines)	7
RICHER (Charles). — La tuberculose expérimentale	302
ROMME (R.). — La tuberculose en France	506
VUILLEMIN (Paul). — Les blastomycètes pathogènes	732

Enseignement.

L'organisation de l'Enseignement italien en Tunisie	1108
---	------

Géographie et Colonisation.

ARCTOWSKI (Henryk). — L'expédition antarctique belge	87
BICHON (Marcel). — Le commerce extérieur de la France au XIX ^e siècle	759
CHIEAU (Dr). — Notes sur l'Afrique équatoriale :	
1 ^{re} partie : Géographie	558
2 ^e partie : Ethnographie	598
GERVAIS-COURTELEMMONT. — La France en Afrique	874
LAUNAY (L. DE). — Un projet d'empire colonial français sous Louis XV	414

Géologie, Paléontologie et Cristallographie.

BOYER (Jacques). — L'état actuel de l'industrie du marbre en France	781
DIENERT (F.). — Les sources de la craie	1007
FOUQUE (F.-A.). — L'Etna	65
FRIEDEL (Georges) et DE LAPPARENT (A.). — Sur les conceptions de Itauy, de Mallard et de M. de Wallerant en Cristallographie	572
GLANGEAUX (Ph.). — Le VIII ^e Congrès géologique international	914
LAPPARENT (A. DE). — L'évolution des doctrines cristallographiques	399
— (V. G. FRIEDEL).	
WALLERANT (Fréd.). — Sur certaines conceptions en Cristallographie	671

Mathématiques.

HILBERT (Dr). — Problèmes mathématiques	168
KOENIGS (G.). — La philosophie des Sciences, d'après M. C. de Freycinet	368
PERIER (L ^h). — Pascal, créateur du Calcul des probabilités et précurseur du Calcul intégral	482
PÉTROVITCH (Michel). — Les analogies mathématiques et la philosophie naturelle	626
TANNERY (Paul). — Galilée et les principes de la Dynamique	330

Mécanique appliquée et Génie civil.

ANSPACH (L.). — Les discussions récentes sur la théorie des machines à vapeur	313
LECORNU (L.). — Les régulateurs en 1900	125
SAUVAGE (Ed.). — Les locomotives à la fin du XIX ^e siècle	472

Physiologie.

CYON (E. DE). — Les glandes régulatrices de la circulation	829
FREBERICQ (Léon). — Revue annuelle de Physiologie	797
GAUTIER (Armand). — L'existence normale et le rôle de l'arsenic chez les animaux	207
— Les mécanismes moléculaires de la variation des races et des espèces	1046

HUGOUNEQ (D^r L.). — La composition chimique du fœtus humain et de l'enfant nouveau-né 435
 NOLF (D^r P.). — La pression osmotique en Physiologie :
 1^{re} partie : Sang et lymph. 459
 2^e partie : Absorption intestinale et sécrétions glandulaires 535
 VASCHIDE (N.). — Les travaux du IV^e Congrès international de Psychologie. 223
 — et VURPAS (Cl.). — La vie biologique d'un anencéphale 373
 VURPAS (Cl.) (V. VASCHIDE).

Physique.

BLOCHMANN (Rudolf). — Une nouvelle théorie de la télégraphie dite sans fil 431
 BONDEL (André). — L'inscription directe des courants électriques variables :
 1^{re} partie : Les oscillographes actuels. 612
 2^e partie : Applications des oscillographes à l'étude de l'arc électrique. 659
 BOUTY (E.). — Les gaz envisagés comme diélectriques. 35
 BRILLOUIN (Marcel). — Joseph Bertrand. Son enseignement au Collège de France. 115
 GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Les lois du rayonnement et la théorie des manchons à incandescence :
 1^{re} partie : Les principes. 358
 2^e partie : Les applications. 422
 MATHIAS (E.). — La préparation industrielle et les principales applications des gaz liquéfiés :
 1^{re} partie : Liquéfaction. 902
 2^e partie : Applications et transport des gaz liquéfiés. 965
 MAURAIN (Ch.). — Magnétisme, couches de passage et actions à petite distance. 1059
 POINCARÉ (H.). — A propos des expériences de M. Crémieu. 994

Sciences diverses.

LE CHATELIER. — Du rôle des préoccupations industrielles dans les progrès de la Science pure. 1099

Zoologie et Anatomie.

CUÉNOT (L.). — L'évolution des théories transformistes. 264
 DELAGE (Yves). — Les théories de la fécondation. 864
 LAGUESSE (E.). — Revue annuelle d'Anatomie. 1020
 LOISEL (G.). — Revue annuelle d'Embryologie. 1128
 PETTIT (Auguste). — Les matériaux de l'Histologie comparée. Instructions pour les explorateurs 791
 SAINT-BEMY (D^r). — Les idées actuelles sur la valeur morphologique des feuillettes germinatifs. 578
 THOULET (J.). — L'étude du plankton dans les eaux françaises 41
 WEISS (G.). — Le muscle dans la série animale :
 1^{re} partie : Disposition et architecture des muscles 1067
 2^e partie : Histologie du muscle. Contraction musculaire. 1113
 XXX. — Le cinquième Congrès international de Zoologie. 846

Revue annuelle.

CALLANDBREAU (O.). — Astronomie 712
 ETARD (A.). — Chimie. 134, 1076
 FREDERICQ (Léon). — Physiologie 797
 HARTMANN (D^r Henri). — Chirurgie 881
 KOEHLER (R.). — Zoologie. 180
 LAGUESSE (E.). — Anatomie. 1020
 LÉTIENNE (D^r A.). — Médecine. 923
 LOISEL (G.). — Embryologie 1128

III. — BIBLIOGRAPHIE

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

ANDOYER (H.). — Leçons sur la théorie des formes et la Géométrie analytique supérieure. 491
 BOEHM (K.). — Zur Integration partieller Differential-systeme. 980
 BRAUNMUEHL (A. von). — Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie. Erster Teil 236
 BUHL (A.). — Sur les équations différentielles simultanées et la forme aux dérivées partielles adjointe (Thèse de Paris). 717
 ENESTROM (G.). — Bibliotheca mathematica 440
 ENGEL (P.). — Sophus Lie 811
 ESTANAVE (E.). — Contribution à l'étude de l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire mince dont deux bords opposés au moins sont appuyés sur un cadre. (Thèse de Paris). 45
 FRICKE (R.). — Kurzfassete Vorlesungen über verschiedene Gebiete der höheren Mathematik mit Berücksichtigung der Anwendungen 1141
 HOFFMANN (J. C. V.). — Sammlung der Aufgaben des Aufgaben-Repertoriums der ersten 25 Bänden der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. 440
 HOLZMUELLER (G.). — Die Ingenieur Mathematik in elementarer Behandlung. T II : Das Potential und seine Anwendung 717
 LAUSSEDAT (Cl.A.). — Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques. Tome II, 1^{er} partie : Iconométrie et microphotographie. 811
 MANSION (D^r P.). — Elemente der Theorie der Determinanten. 381
 MULLER (F.). — Vocabulaire mathématique français-allemand et allemand français 673

NETTO (E.). — Vorlesungen über Algebra 339
 ROLLET et FOURBERT. — Cours d'Algèbre 491
 RUSSELL (B.-A.-W.). — Essai sur les fondements de la Géométrie 850
 SERRET (J.-A.). — Lehrbuch der Differential und Integralrechnung. Band II : Integralrechnung. 886
 VIDAL (Cl.). — Pour ta géométrie euclidienne 236
 WALRAS (L.). — Eléments d'Economie politique pure ou Théorie de la richesse sociale 1082
 Festschrift zur Feier der Enthüllung des Gauss-Weber Denkmals. — Grundlagen der Geometrie, von Hilbert. — Grundlagen der Elektrodynamik, von Wiechert. 768

Astronomie et Météorologie.

ANDRÉ (Ch.). — Traité d'Astronomie stellaire. II : Etoiles doubles et multiples. Amas stellaires. 931
 LANCASTER (A.). — Annuaire météorologique de l'Observatoire royal de Belgique pour 1901 769
 NIESTEN (L.). — Annuaire astronomique de l'Observatoire royal de Belgique 717
 OBRECHT (A.). — Anuario del Observatorio astronomico de Santiago de Chile. 583
 SCHUPMANN (L.). — Die Medal-Fernrohre 1031
 Bureau des Longitudes, Annuaire pour l'année 1901. 440

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée.

BACLÉ (L.). — Les plaques de blindage 980
 CARVALLO. — Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette 544
 DAVIDOGLIOU (A.). — Sur l'équation des vibrations transversales des verges élastiques (Thèse de Paris). 886

FAOES (de). — Les travaux publics du Protectorat français en Tunisie	490
FOBEST (F.) et NOALHAT (H.). — Les bateaux sous-marins. Tome II : Technologie	283
GAGET (M.). — La navigation sous-marine	768
GRAFFIGNY (Henry de). — Les nouveaux ascenseurs	339
LAVERGNE Gérard. — Manuel théorique et pratique de l'automobile sur route	141
LOIR (M.) et DE CAQUERAY. — La Marine et le progrès. Les luttes de l'avenir par la science, par les millions	99
RATEAU (A.). — Traité des turbomachines. Fasc. 1 : Généralités. Turbines hydrauliques et leur régularisation	381
SENCIER (G.) et DELASALLE (A.). — Les automobiles électriques	633
VIGREUX et MILANDRE. — Notes et formules de l'ingénieur, du constructeur-mécanicien, du métallurgiste et de l'électricien	583

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

BAST (Omer de). — Eléments du calcul et de la mesure des courants alternatifs	45
BLONDEL (A.). — Moteurs synchrones à courants alternatifs	851
BUSQUET (R.). — Traité d'électricité industrielle	1082
CRÉMIEU (V.). — Recherches expérimentales sur l'électrodynamique des corps en mouvement (<i>Thèse de Paris</i>)	981
GERLAND (E.) et TRAUMÜLLER (P.). — Geschichte der physikalischen Experimentierkunst	236
GOURÉ de VILLEMONTÉE. — Résistance électrique et fluidité	285
HEMSALECH (G.). — Recherches expérimentales sur les spectres d'étincelles (<i>Thèse de Paris</i>)	886
HOUBAILLE (P.). — Les orages à grêle et le tir des canons	852
JACQUEMIN (P.). — Guide historique et pratique de l'Opticien	634
JONES (Harry C.). — The Theory of electric Dissociation and some of its Applications	339
LARMOR (J.). — Aether and Matter. A development of the Dynamical Relations of the Aether to material Systems on the basis of the atomic constitution of Matter	811
MOLINIÉ (M.). — Comment on obtient un cliché photographique	1032
PLUMANDON (J.-R.). — Les Orages et la Grêle	1041
THOMSON (J.-J.). — Les décharges électriques dans les Gaz	100
WEISS (Pierre). — Leçons d'électricité appliquée, professées en 1899-1900. Deuxième partie : le courant alternatif	191

Chimie.

CHARABOT (E.). — Genèse des composés terpéniques dans les Végétaux (<i>Thèse de Paris</i>)	634
COLLINS (H.-P.). — The Metallurgy of Lead and Silver	441
FOSSE (R.). — Contribution à l'étude du β-binaphtol	340
FRANCHE (Ch.). — Manuel pratique du fabricant de vinaigre	717
GILDEMEISTER (E.) et HOFFMANN (F.). — Les Huiles essentielles	46
GRIMAUX (Ed.). — Chimie organique. — Chimie inorganique	583
GUICHARD (P.). — Analyse chimique et purification des eaux potables	1141
HORN (Arthur-H.). — Les alliages métalliques	142
HELOT (J.). — Le sucre de betteraves en France, de 1800 à 1900	584
HUGOT (Ch.). — Recherches sur l'action du sodammonium et du potassammonium sur quelques métalloïdes. (<i>Thèse de Paris</i>)	46
LEFÈVRE (L.). — Les produits chimiques et les matières colorantes, le blanchiment, la teinture et l'impression des fibres textiles	673
LEIDÉ (E.). — Palladium, iridium, rhodium	932
LEROY (E.). — Recherches thermo-chimiques sur les principaux alcaloïdes de l'Opium	340
MATHIEU. — Études sur la conservation des vins mousseux	383

MEYRAT et DARDANT. — Cours de marchandises	491
MINET (A.). — Traité théorique et pratique d'Electrochimie	285
MOUNEBAT (A.). — Nouvelle méthode générale de préparation des carbures d'hydrogène chlorés, bromés et chlorobromés de la série acyclique (<i>Thèse de Paris</i>)	441
NIETZKI — Chimie des matières colorantes organiques	633
OECHSNER de CONINCK. — La chimie de l'Uranium	812
OPPENUELDER. — Die Fermente und ihre Wirkungen	382
OSTWALD (W.). — Die wissenschaftlichen Grundlâge der analytischen Chemie	545
PARK (J.). — The Cyanide process of Gold extraction	584
POUGET (J.). — Recherches sur les sulfo et les sélénio-antimonites (<i>Thèse de Paris</i>)	382
POZZI-ESCOT (M.-E.). — Les diastases et leurs applications	718
— Traité d'analyse théorique et pratique des substances minérales par les méthodes volumétriques et colorimétriques	1083
RICHAUD (Albert). — Recherches physiologiques sur l'inulase et l'inuline (<i>Thèse de Paris</i>)	142
SAMRUC (D ^e). — Précis de Chimie minérale	100
SEVERIN (E.). — Produits de condensation de l'acide dichlorophtalique (<i>Thèse de Paris</i>)	492
SILVA BASTO (A.-J. da). — Licoes de Stereochemica	673
THOMAS (V.). — Les phénomènes de dissolution et leurs applications	382
TOMBECK (DANIEL). — Recherches sur les combinaisons des sels métalliques avec les amines aromatiques (<i>Thèse de Paris</i>)	192
VALEUR (Amand). — Contribution à l'étude thermo-chimique des quinones. Recherches sur la constitution de quinhydrones. (<i>Thèse de Paris</i>)	101
VAN T'HOFF (J. H.). — Leçons de Chimie physique	237
VILLAVECCHIA (D ^e). — Annali del Laboratorio chimico centrale delle Gabelle	285
VILLON (A.-M.) et GUICHARD (P.). — Dictionnaire de Chimie industrielle	101 1032
WAGNER et FISCHER. — Traité de Chimie industrielle	1031
WALKER (J.). — Introduction to Physical Chemistry	851

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie, Géologie et Minéralogie, Paléontologie.

BOULE, GLANGEAUD, ROUCHON, VERNIÈRE. — Le Pay-de-Dôme et Vichy	674
BROECK (Van den). — Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la Géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires	812
CHALON (P.-F.). — Recherche des eaux souterraines et Captage des sources	383
CHARPENTIER (H.). — Géologie et Minéralogie appliquées	584
CHEMIN (O.). — De Paris aux mines d'or de l'Australie occidentale	101
CHEVALIER (le R. P.). — Atlas du Haut Yang-tse de I Tchang fou à P'ing Chan lien. — Le Haut Yang-tse en 1897-1898. Voyage et description. — Navigation à vapeur sur le Haut Yang-tse	545
CHOFFAT. — Aperçu de la géologie du Portugal	286
COBD (E.-G.) et VIRÉ (A.). — La Lozère. Causses et gorges du Tarn	143
DELGADO et CHOFFAT. — Carta geologica de Portugal	286
FOREL et SAHASIN. — Les oscillations des lacs	812
GEOFFROY SAINT-HILAIRE (E.). — Lettres écrites sur l'Égypte	1033
GUÉDE (H.). — La Géologie	1032
HAUG (F.). — Les géosynclinaux et les aires continentales	769
LAUNAY (L. de). — Géologie pratique et petit Dictionnaire technique des termes géologiques les plus usités	46
LORIN (H.). — L'Afrique de l'entrée du x ^e siècle	718
MOURET (Ch.) et BRUNEL (Louis). — L'Année coloniale	145
PAQUIER (V.). — Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales	192
PIOLET (le R. P.) et NOUFLARD (Ch.). — L'empire colonial de la France : Madagascar, La Réunion, Mayotte, les Comores, Djibouti	143
SARASIN. — Les oscillations du lac des Quatre-Cantons	812

Botanique et Agronomie.

BELZUNG (E.). — Anatomie et Physiologie végétales.	584
CBALON (J.). — Notes de Botanique expérimentale.	888
CLAUBIAU (feu G.). — Nature et signification des alcaloïdes végétaux.	674
— La digestion dans les urnes de Népenthès.	769
CONVERT (F.). — L'industrie agricole.	102
DEVAUX (H.). — Recherches sur les lenticelles.	441
DUGAST (J.). — Les vins d'Algérie.	887
GARRIGOU (Dr F.). — Le vin concentré comparé avec les moûts et les raisins concentrés.	768
JADIN (F.). — Contribution à l'étude des Simarubacées (<i>Thèse de Paris</i>).	1083
JUNELLE (H.). — Les cultures coloniales. I. Plantes alimentaires. II. Plantes industrielles.	770
LAGARD (H.). — La fumure intensive et économique de la vigne.	634
LAGARD et SICARD. — Guide pratique et élémentaire pour l'analyse des terres et son utilité agricole.	492
MAIGE (A.). — Recherches biologiques sur les plantes rampantes (<i>Thèse de Paris</i>).	383
MONTILLE (M ^{lle} S.-N. de). — Notions de Botanique pour l'enseignement secondaire des jeunes filles.	383
MUNIZ (A.) et ROUSSEAU (E.). — Etude sur la valeur agricole des terres de Madagascar.	770
QUEVA (C.). — Contribution à l'anatomie des Monocotylédones. I. Les Uvulariées tubéreuses.	340
ROCQUIGNY (de). — Les Syndicats agricoles et leur œuvre.	719
TEODORESCO (E.-C.). — Influence des différentes radiations lumineuses sur la forme et la structure des plantes (<i>Thèse de Paris</i>).	341
VIDAL (L.). — Recherches sur le sommet de l'axe dans la fleur des Gamopétales (<i>Thèse de Paris</i>).	492
L'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Enseignement. Laboratoires. Champs d'expériences. Publications. Action extérieure.	144

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'Homme et des Animaux.

ALEZAIS (H.). — Contribution à la myologie des Rongeurs (<i>Thèse de Paris</i>).	286
ANGLAS (J.). — Observations sur les métamorphoses internes de la guêpe et de l'abeille (<i>Thèse de Paris</i>).	193
ARSONVAL (Dr), CHATVEAU, GABRIEL, MAREY et WEISS. — Traité de Physiologie biologique.	852
BATHIER, GREGORY et GOODRICH. — A treatise on Zoology. 3 ^e partie : The Echinodermata.	720
BECHTEREW (W. v.). — Les voies de conduction du cerveau et de la moelle.	286
BONNIER (J.). — Contribution à l'étude des Epicarides. Les Bopyride.	103
BOUIN (M.). — Histogenèse de la glande génitale femelle chez <i>Rana temporaria</i> L. (<i>Thèse de Nancy</i>).	634
BOURNE (G.-C.). — An introduction to the study of the comparative Anatomy of animals. Vol. I : Animal organisation. The Protozoa and Coelenterata.	983
BUJOR (P.). — Contribution à l'étude de la faune des lacs salés de Roumanie.	342
CHAUVEAU (C.). — Le Pharynx. t. I : Anatomie et physiologie.	494
CATOIS (G.). — Recherches sur l'histologie et l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les Poissons (<i>Thèse de Paris</i>).	613
DELAGE (Y.). — L'Année biologique (1898).	812
DENIKER (J.). — Les races et les peuples de la terre. Éléments d'anthropologie et d'éthnographie.	675
DUBOIS (R.) et COUVREUR (E.). — Leçons de Physiologie expérimentale.	586
FENZIA (C.). — Storia della Evoluzione.	47
GIGLIO-TOS (Dr Ermanno). — Les problèmes de la Vie. 1 ^{re} partie : La substance vivante et la cytodierèse.	238
GLEY (E.). — Essais de philosophie et d'histoire de la Biologie.	443
GULIART (J.). — Contribution à l'étude des Gastéropodes Opisthobranches et en particulier des Céphalaspides (<i>Thèse de Paris</i>).	1084
HACHET-SOUPLET (A.). — Examen psychologique des animaux.	442
HÉDON (E.). — Physiologie normale et pathologique du pancréas.	771
HOUSSEY (F.). — La forme et la vie. Essai de la méthode mécanique en Zoologie.	889

LAULANIÉ (F.). — Éléments de Physiologie. 1 ^{er} et 2 ^e fascicules : Fonctions de nutrition.	982
LEMAITRE (A.). — Audition colorée et phénomènes connexes observés chez des écoliers.	547
LOUBRET (J.). — Le problème des sexes.	495
MARION (H.). — Psychologie de la femme.	493
PAVILLARD (J.). — Éléments de Biologie végétale.	932
PAWLOW (J.-P.). — Le travail des glandes digestives.	1142
RIBAUDCOIRT (Ed. de). — Etude sur l'anatomie comparée des Lombricides (<i>Thèse de Paris</i>).	586
RICHER (Ch.). — Dictionnaire de Physiologie.	933
ROUVILLE (E. de). — Du tissu conjonctif comme régénérateur des épithéliums (<i>Thèse de Paris</i>).	341
SANSON (A.). — L'Espèce et la Race en Biologie générale.	1084
SOUBRY (J.). — Le système nerveux central. Structure et fonctions. Histoire critique des théories et des doctrines.	47
STEPHAN (P.). — Recherches histologiques sur la structure du tissu osseux des Poissons (<i>Thèse de Paris</i>).	493
SULLY (J.). — Etudes sur l'Enfance.	384
VAULLEGEARD (A.). — Etude expérimentale et critique sur l'action des Helminthes. I : Cestodes et Nématodes.	854

4^e SCIENCES MÉDICALES*Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.*

BOWLBY, TOOTH, WALLACE, CALVERLEY et KILKELLY. — A civilian War Hospital.	935
HARTMANN (H.). — Chirurgie gastro-intestinale.	814
MÉNARD (V.). Etude pratique sur le mal de Pott.	342
NIMIER (H.) et LAVAL (Ed.). — I. Les explosifs, les poudres, les projectiles d'exercice. Leur action et leur effet vulnérant. — II. Les armes blanches. Leur action et leurs effets vulnérants. — III. De l'infection en chirurgie d'armée. Evolution des blessures de guerre.	47
SAINT-HILAIRE (Dr). — La surdi-mutité.	241

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

BARIÉ (Ernest). — Traité pratique des maladies du cœur et de l'aorte.	403
BERNHEIM (Dr S.). — La médication ergotée (Ergot de seigle, ergotine, ergotinine).	193
CONTE (A.). — Paralysie pseudo-bulbaire et phénomènes laryngés.	983
CRESPIN (J.). — Comment on se défend contre les maladies coloniales. Guide du voyageur et du colon.	145
DELPECH (A.). La Goutte et le Rhumatisme.	1085
GIROD (Dr P.). — Comment on se défend contre les vers intestinaux.	677
GOUGET (A.). — L'insuffisance hépatique.	1033
JACQUET (L.). — Alcool. Maladie. Mort.	721
JANSELMÉ (E.). — Etude sur la lèpre dans la péninsule indo-chinoise et dans le Yunnan.	890
LANGENHAGEN (de). — L'entéro-colite muco-membraneuse. Enquête sur certains points controversés de son histoire.	677
MARIE (Dr A.). — La rage.	494
MARRO (A.). — La Puberté chez l'homme et chez la femme.	1144
MEUNIER et PLECIÈRE. — Le traitement hygiénique des tuberculeux dans l'ancienne médecine.	890
MORACHE (G.). — La Physiologie médicale, ses services, ses droits.	444
NICOLLE (M.). — Éléments de microbiologie générale.	385
PUJADE (Dr P.). — La cure pratique de la tuberculose.	771
RIBARD (E.). — La tuberculose est curable.	983
ROTSCCHILD (Dr H. de). — Bibliographia lactaria.	677
SIGAUD (Dr). — Traité clinique de la digestion et du régime alimentaire d'après les données de l'exploration externe du tube digestif. 1 ^{re} partie.	193
VALLÉRY-RADOT (R.). — La vie de Pasteur.	635

5^e SCIENCES DIVERSES

APPETIT (A.). — Essai sur la théorie générale de la monnaie.	855
FINOT (J.). — La philosophie de la longévité.	814

LEFFÈVRE A.). — La Grèce antique. Entretiens sur les origines et les croyances 771
 NAVILLE A.). — Nouvelle classification des Sciences. 933

PERRIER (Ed., POIRÉ P., JOANNIS A.) et PERRIER H.). — Nouveau Dictionnaire des Sciences et de leurs applications 444

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE
 ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris

Séances des	10-17-24	décembre	1900	49
—	31 décembre	1900-7 janvier	1901	104
—	14-21-28	janvier	1901	146
—	4-11	février	—	194
—	18-25	—	—	243
—	4-11	mars	—	288
—	18	—	—	343
—	25	—	—	386
—	9-15-22	avril	—	445
—	29 avril-6	mai	—	496
—	13-20	—	—	548
—	28 mai-3	juin	—	587
—	10	—	—	637
—	17-24	—	—	678
—	1 ^{er} -8	juillet	—	722
—	15-22	—	—	772
—	29 juillet-5-12	août	—	815
—	19-26 août-2-9	septembre	—	856
—	16-23	—	—	891
—	30 septembre-7-14	octobre	—	936
—	21-28	octobre	—	984
—	4-11	novembre	—	1036
—	18-25	—	—	1086
—	2-9	décembre	—	1145

Académie de Médecine

Séances des	4-11-18-26	décembre	1900	51
—	8-15-22-29	janvier	1901	148
—	5	février	—	196
—	12-19	—	—	245
—	26 février-5	mars	—	290
—	12	—	—	344
—	19-26 mars-2	avril	—	388
—	9-16-23	—	—	447
—	30 avril-7-14	mai	—	549
—	21-28	—	—	588
—	4-11-18	juin	—	680
—	25 juin-2-9	juillet	—	723
—	16-23	—	—	773
—	30	—	—	816
—	1 ^{er}	octobre	—	891
—	8-15	—	—	937
—	29-29	—	—	985
—	5-12	novembre	—	1036
—	19-26	—	—	1087
—	3-10	décembre	—	1147

Société de Biologie

Séances des	24 novembre	8-15-22	décembre	1900	51
—	5-12	janvier	1901	149	
—	19-26	janvier-2	février	—	196
—	9-16	février	—	245	
—	23 février-2	mars	—	291	
—	9	mars	—	344	
—	16-23	—	—	388	
—	30 mars-20	avril	—	447	
—	27 avril-4	mai	—	549	
—	11-18	—	—	589	
—	25	—	—	637	
—	1 ^{er} -15	juin	—	680	
—	22-29	—	—	724	
—	6-13	juillet	—	817	

Séances des	20-27	juillet	1901	857
—	5-12	octobre	—	937
—	19	—	—	986
—	26 octobre-2	novembre	—	1036
—	9-16-23	—	—	1088
—	30	—	—	1147

Société française de Physique

Séances des	21 décembre	1900-4	janvier	1901	52
—	18	janvier	1901	105	
—	1 ^{er}	février	—	150	
—	1 ^{er} suite)-15	—	—	197	
—	15	—	—	246	
—	1 ^{er}	mars	—	292	
—	15	—	—	344	
—	19	avril	—	418	
—	3	mai	—	498	
—	17	—	—	550	
—	7	juin	—	589	
—	21	—	—	658	
—	5	juillet	—	725	
—	—	—	—	774	
—	15	novembre	—	1088	
—	8	décembre	—	1147	

Société Chimique de Paris

Séances des	14 décembre	1900	54	
—	28 décembre	1900-11	janvier 1901	106
—	25	janvier	1901	150
—	8	février	—	247
—	22	—	—	292
—	8	mars	—	346
—	22 mars-26	avril	—	448
—	10	mai	—	499
—	24	—	—	591
—	14-28	juin	—	681
—	28 juin suite)-12	juillet	—	726
—	26	juillet	—	857
—	8	novembre	—	1037
—	22	—	—	1149

Société Royale de Londres

Communications : 682, 727, 775, 818, 858, 891, 938, 986, 1037, 1090, 1149.

Société de Physique de Londres

Séances des	14 décembre	1900	55	
—	25	janvier	1901	150
—	8	février	—	247
—	22	—	—	293
—	22	mars	—	389
—	26	avril	—	499
—	10	mai	—	591
—	31	—	—	683
—	14	juin	—	727
—	28	—	—	776
—	25 octobre-8	novembre	—	1038
—	22	—	—	1091

<i>Société de Chimie de Londres</i>			<i>Académie des Sciences de Vienne.</i>		
Séances des	6 décembre 1900	55	Séances des	10-17 octobre 1901	1039
—	13-20 — —	107			
—	20 décembre 1900-17 janvier 1901	150	<i>Académie des Sciences d'Amsterdam.</i>		
—	7 février —	247			
—	— — (suite)	294	Séances des	29 décembre 1900	107
—	21 — —	347	—	— — (suite)	151
—	7 mars —	390	—	26 janvier 1901	199
—	21 — —	449	—	— — (suite)	248
—	28 mars-18 avril —	500	—	23 février —	294
—	48 — — (suite)	551	—	— — (suite)	347
—	2 mai —	592	—	30 mars —	390
—	16 — —	639	—	20 avril —	451
—	6 juin —	684	Communications récentes		818
—	20 — —	728	Séances des	28 septembre —	986
—	— — (suite)	776	—	28 octobre —	1040
—	— — (suite)	818	—	30 novembre —	1154
Communications reçues pendant les vacances		1092			
Séances des	31 octobre —	1092	<i>Académie Royale des Lincei.</i>		
—	7 novembre —	1150	Séances de	décembre 1900	152
			—	janvier-mars 1901	392
<i>Société allemande de Physique.</i>					
Séances des	18 octobre-4 ^{er} novembre 1901	1039			
—	15 — — —	1150			

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS¹

A

A. B., 915.
 Abadie (J.), 638.
 Abell (B.-D.), 640.
 Abelous (J.-E.), 771.
 Abraham, 105.
 A. C., 812, 982.
 Achard (Ch.), 52, 147, 197, 291, 389, 447, 497, 550, 681, 724, 937.
 Ackroyd (W.), 551.
 Adhémar (R. d'), 195.
 Adrian, 147.
 Adriani (J.-N.), 152.
 Agamennone, 152.
 Agardh (J.), 194.
 Aken (M^{lle} E. van), 820.
 Albarran, 817.
 Alezaïs (H.), 286, 1088.
 Alezaïs (R.), 243, 1036.
 Aloy (J.), 288.
 Altermann, 149.
 Amalitzky, 289.
 Andoyer (H.), 104, 491.
 André (Ch.), 243, 288, 343, 815, 731.
 André (G.), 50, 496, 679, 936, 1146.
 Angeli, 392.
 Angelico, 392.
 Anglade (D.), 857.
 Anglas (J.), 193.
 Angot (A.), 194, 195.
Anspach (L.), 313 à 323.
 Anthony (R.), 245.
 Antoine (G.), 149.
 Aoust, 681.
 Apert (D^r), 64.
 Apostoli, 772.
 Appell (P.), 45, 110, 815.
 Arago (Félix), 101.
 Ar buckle (W.), 151.
 Arcangeli, 152.
Arctowski (Henryk), 31, 87 à 94, 290, 344.
 Ardagh (J.-G.), 148.
 Ardin-Delleil, 52.
 Arloing (F.), 680, 681, 724, 817, 1037.
 Arloing (S.), 149, 150.
 Armengaud (J.), 1065, 1146.
 Armingeat, 1037.
 Armstrong (H.-E.), 150, 640, 818, 1092.
 Arsonval (A. d'), 723, 852, 1146.
 Artault (S.), 197.
 Arthus (M.), 1088, 1144, 1147.
 Aschkinass (E.), 1039.
 Ashton (A.-W.), 683.
 Aston (B. Crae-roft), 56.
 Aston (F.-W.), 390.
 Astruc (A.), 722, 723, 891.
 Alhanasiadis (J.), 773.
 Athias, 530.
 Aubel (Ed. van), 587.
 Aubourg (P.), 681.
 Auché (B.), 817, 986, 1087.
 Audrain (J.), 1036.
 Auerbach (B.), 546.

Auger, 107, 723, 726.
 Aupetit (A.), 855.
 Autonne (L.), 289, 548, 773, 851, 886.

B

Babès (A.), 246.
 Babes (V.), 724.
 Babinski (J.), 196.
 Backlund (D.), 194.
 Bagard (H.), 1145.
 Bailhache, 244.
 Baillaud, 288, 497.
 Baker (T.-J.), 858.
 Bakhuis-Roozeboom (H.-W.), 988.
 Bakker (G.), 199.
 Balachowsky (D.), 678.
 Balesire (M.), 149, 680.
 Balland, 496, 773.
 Ballet (Gilbert), 61.
 Ballhazard (V.), 246, 1036, 1037.
 Baly, 389, 776.
 Barbier (Ph.), 496.
 Barbieri (N.-A.), 816.
 Barbour (W.), 728.
 Barl (L.), 246, 817.
 Bardier (E.), 817.
 Barette, 388, 589.
 Barié (E.), 103.
 Barjon (F.), 291, 724.
 Barré (H.), 1147.
 Barth (Fr.), 61.
 Basili, 152.
 Bassot, 104.
 Bast (O. de), 43.
 Bataillon (E.), 387, 497.
 Bathier (P.-A.), 720.
 Baud (A.), 678, 679.
 Baud (E.), 147, 343, 1087.
 Baud (L.), 288.
 Baudron, 1147.
 Bauer Ed., 1149.
 Baume-Pluvinel (de la), 587.
 Bausor (H.-W.), 390.
 Baylac (J.), 589.
 Bayrac (P.), 195, 244, 445.
 Beaulard (F.), 816.
 Beauverie (J.), 148, 723.
 Bechlerew (W. v.), 286.
 Becker (G.-F.), 1040.
 Becquerel (H.), 243, 386, 587, 588, 773, 1035, 1086, 1146.
 Béhal (A.), 49, 54, 106, 107, 193, 244, 292, 293.
 Behrens (H.), 820.
 Beilby (G.-T.), 1092.
 Beille (L.), 678.
 Bell (C.-A.), 776.
 Belly (P.), 1086.
 Belzung (E.), 584.
 Bemmelen (J.-F. van), 1040.
 Bemmefen (J.-M. van), 152, 248.
 Bénard (H.), 289.
 Beneden (Ed. van), 679.
 Benoist (L.), 195, 288, 386, 498, 725.
 Benoit, 724.
 Bensaude (R.), 196.
 Béranger-Féraud, 51.
 Berger (Paul), 149, 245, 499.
 Bergeron (J.), 47, 51, 57.
 Bergouignan (P.), 857.

Bernard (L.), 246.
 Bernard (R.), 196.
 Bernheim (S.), 193.
 Bertainchand (S.), 197.
 Berthelot (A.), 856.
 Berthelot (D.), 590, 591.
 Berthelot (M.), 50, 146, 194, 195, 290, 381, 445, 587, 588, 637, 678, 679, 722, 773, 856, 936, 937, 985, 1039, 1086, 1146.
 Bertini, 392.
 Bertrand (C.-E.), 936, 985, 1146.
 Bertrand (G.), 107, 143, 147, 247, 286, 382, 637, 678, 679, 718, 1087.
 Bertrand (J.), 50.
 Bertrand (Léon), 148.
 Berwerth (F.), 1040.
 Bes (K.), 107, 818.
 Besnier (E.), 588.
 Besson (A.), 679.
 Beulaygue (L.), 344.
 Bevan (E.-J.), 247.
 Beyerinck (M.-W.), 392, 820.
 Bezançon (F.), 52.
 Bianchi, 152.
Bichou (M.), 759 à 767, 855.
 Bierry, 497, 857.
 Biérix (E.), 497.
 Bigart, 197, 246.
 Bigot (A.), 675.
 Bigourdan (G.), 497, 548, 678, 722, 723, 773.
 Bijl (H.-C.), 819, 820.
 Billard (A.), 857, 936.
 Billet (A.), 344, 857.
 Binet (M.), 243, 388, 1147.
 Birkeland, 1035.
 Bissérié, 291.
 Blaise (E.-E.), 105, 106, 244, 387, 446, 499, 1149.
 Blakesley (Th.), 247.
 Blanc (G.), 101, 243, 292, 492, 499, 722.
 Blanchard (R.), 774, 816, 1086, 1147.
 Blanksma (J.-J.), 151, 1152.
 Bleicher, 680.
 Bloc (R. Salvador), 639.
 Bloch (E.), 445.
Blodmann (Rudolf), 131 à 131.
Blondel (A.), 612 à 626, 659 à 674, 726, 851, 1036.
 Blondlot (R.), 1035, 1087.
 Bodroux (F.), 147, 588.
 Bœckel (J.), 148.
 Boehm (K.), 980.
 Boggio, 392.
 Bohlin (K.), 936.
 Bohn (G.), 147, 937, 984.
 Boinel, 245, 774.
 Bois, 1146.
 Bollemoot (de), 679.
 Booe (W.-A.), 728.
 Bongert (A.), 343, 446, 679, 723, 772, 1149.
 Bonne (C.), 550.
 Bonnel (A.), 387, 937.
 Boonier (G.), 104, 146.
 Bonnier (J.), 103.
 Bonnier (P.), 196, 588, 723, 1147.
 Bordas (F.), 1035.
 Bordas (L.), 588, 637, 680, 1145.
 Bordier, 386, 549.
 Borel (E.), 289, 445.

¹ Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux.

Les chiffres gras reportent à ces articles.

Borgman (J.), 50.
 Bornel, 105, 194.
 Borrel, 197.
 Bortolotti, 392.
 Bose (F.), 149.
 Bose (R.-C.-L.), 552.
 Bouchard (Ch.), 52, 1088.
 Boudouard (O.), 50, 588, 591, 1146.
 Bouffé (F.), 856.
 Bougault, 346, 386, 446.
 Bouilhac (R.), 722, 1035.
 Bouin (M.), 634.
 Boulé (L.), 980.
 Boule (M.), 674.
Boullanger E., 689 à 698.
 Boulud, 290, 772, 1035, 1147.
 Bounhiol, 588.
 Bouquet de la Grye, 105, 587.
 Bourcet (P.), 588, 679.
 Bourne (G.-C.), 983.
 Bourquelot (E.), 289, 291, 815, 985, 1036.
 Boussinesq (J.), 637, 815, 936.
 Boutroux (P.), 194.
Bouty (E.), 35 à 40, 105, 773.
 Bouveault (L.), 50, 243, 343, 634, 679, 723, 1149.
 Bouvier (E.-L.), 289, 290, 307, 936, 1086.
 Bowlby (A.), 935.
 Boyd (D.-R.), 1092.
Boyer (Jacques), 236, 440, 781 à 790, 811.
 Boys (C.-V.), 247, 389.
 Bra (M.), 49.
 Branca (A.), 389, 448.
 Brand (J.), 392.
 Branly (Ed.), 588.
 Brauer, 386.
 Brault (J.), 1037.
 Brauner (Bohuslav), 451.
 Braunmühl (A. van), 236.
 Bredig (G.), 244, 289.
 Brenaus (P.), 387, 591, 772.
 Bresson (A.), 51.
 Breuil (H.), 891, 1147.
 Bricard (R.), 445.
 Broca (A.), 197, 387, 445, 551.
Brillouin (M.), 104, 115 à 124, 717, 768.
 Broca (A.), 984.
 Brocard, 638.
 Broeck (van der), 812.
 Brouardel (P.), 61, 937.
 Brown (H.), 56.
 Bruandet, 638, 1088.
 Brukner (J.), 1088.
 Brun (H. de), 149, 447, 774.
 Brunel (L.), 145.
 Brunet (Louis), 50, 105, 106, 148, 496, 244, 290, 344, 447, 498, 549, 588, 637, 723, 773, 816, 857, 937, 1036, 1087, 1147.
 Brunhes (B.), 46, 244, 344, 550, 772.
 Bruni, 152.
 Bruno (A.), 194.
 Brunon, 388.
 Brunschvicg, 103.
 Brunton (Sir Lauder), 682.
 Buchanan (J.), 1039.
 Büchner (E.-H.), 347.
Bucquoy (M.), 956 à 961, 985.
 Budin, 196, 680, 724.
 Buhl (A.), 195, 717.
 Bujor (P.), 342.
 Bunel (L.), 388.
 Burck (W.), 988.
 Bureau, 388, 445, 588, 723.
 Burgatti, 452.
 Burgess, 776, 1092.
 Busquet (R.), 1082.
 Butte, 985.

C

Cade (A.), 291, 724.
 Caillelet (L.), 496.
Callaudrean (O.), 712 à 746.
 Callendar (H.-L.), 247, 389, 499, 1092.
 Callugareanu, 447, 680, 1147.

Calverley (J.), 933.
 Cambier (R.), 637.
 Camichel (Ch.), 49, 195, 244, 445, 1086.
 Camus (J.), 291, 817, 1036.
 Camus (L.), 104, 148, 197, 246, 291, 447, 817, 854, 937, 1147.
 Capitan (L.), 389, 891, 1147.
 Caqueray (G. de), 99.
 Cardamatis (J.-P.), 51.
 Carlette (H.), 50.
 Carles (P.), 856.
 Carnot (A.), 107, 245, 588.
 Carnot (P.), 549.
 Carré (P.), 1087.
 Carrière (G.), 389, 638, 815, 817, 984.
 Cartaud, 292, 587, 815.
 Carter (W.), 390, 640.
 Carvallo (E.), 544, 638, 1145.
 Caspari (W.), 1039.
 Cassaet (E.), 681, 724, 817.
 Cassie (W.), 1091.
 Castel (du), 149, 290, 774.
 Castex (E.), 938.
 Cathelin (F.), 550, 589, 681, 817.
 Catois (E.), 813.
 Catta (J.-D.), 857.
 Caubet (F.), 50, 147.
 Caullery (M.), 148, 197, 549, 589, 937, 938, 1085.
 Causse (H.), 50, 722.
 Cavalier (M.), 389.
 Cavalier (J.), 588.
 Caven (R.-M.), 248.
 Cazeneuve (P.), 495, 243.
 Chabrie (C.), 104, 244, 343, 815.
 Chaleix-Vivie, 389.
 Chalou (J.), 888.
 Chalou (P.-F.), 383.
 Champenois (G.), 1087.
 Champetier de Ribes, 1147.
 Champigny (A.), 725.
 Chantemesse, 680.
 Chapman (E.-M.), 248.
 Chapmain (D.-L.), 4992.
 Chapmann (A.-C.), 55.
 Chapot-Prévost, 148, 388.
 Chappuis (P.), 1091.
Charabot (G.), 46, 147, 524 à 534, 634, 856.
 Charlier (F.), 589.
 Charon (E.), 1035.
 Charpentier (A.), 243, 290, 344, 387, 496.
 Charpentier (H.), 584.
 Charpy (A.), 287.
 Charpy (G.), 142, 382.
 Charrin (A.), 50, 147, 196, 289, 496, 548, 722, 772, 817, 1085, 1145.
 Chassevant (A.), 62, 291.
 Chassy (A.), 1036.
 Chatain (Adolphe), 57, 146, 149.
 Chatin (J.), 588.
 Chattaway (F.-D.), 150, 347, 640.
 Chauveau (A.-B.), 49, 104, 146, 147, 148, 446, 679, 772, 852.
 Chauveau (C.), 494.
 Chauveaud (G.), 146, 722.
 Chauvel, 549, 680, 774.
 Chavanne, 772.
 Chavasse, 680, 774.
 Chavastelon (R.), 678.
 Chavigny, 724.
 Chemin, 101, 986.
 Chéneveau (C.), 815.
 Chessin (A.-S.), 984.
 Chevalier (A.), 445.
 Chevalier (le R. P.), 545.
 Chevallier (H.), 50.
 Chevrotier, 447.
 Chipault (A.), 680, 681, 1036, 1147.
 Choffardet (P.), 405.
 Choffat (P.), 51, 286, 387.
 Choquet (L.), 589.
 Chree, 591.
 Christiani, 51.
 Chroustchoff (P.), 446.
 Ciamician, 392.
 Clairin, 195.
 Claude (H.), 857, 891.

Clautriau (feu G.), 674, 769.
 Clavière (J.), 347.
 Clayton (E.-G.), 1150.
 Clerc (A.), 724.
 Clermont (A.), 1035.
 Clozel (M.), 597.
 Cluzet (J.), 52, 197, 389, 1088.
 Cohen (E.), 152, 347, 820, 1152.
 Cohen (J.-B.), 56, 552.
 Col, 588.
 Coles (S.-W.), 859.
 Colin (L.), 496, 245, 345, 1036.
 Collie (J.-N.), 552, 728.
 Collomb (A.), 388.
 Collot, 816.
 Cololian, 724.
 Colson (A.), 50, 244, 679, 936.
 Compan, 1086.
 Comte (A.), 983.
 Contarini, 392.
 Conte (A.), 496, 984.
 Contremoulins (G.), 446.
 Convert (F.), 402.
 Coops (G.-H.), 392.
 Coppet (de), 448, 548.
 Corbino (O.-M.), 856.
 Cord (E.-G.), 443.
 Cornaille (F.), 936, 985, 1146.
 Cornil, 344, 548, 772.
 Cornu (A.), 292, 496, 551, 591, 725, 772, 891, 1147, 1148.
 Cornu (M.), 453.
 Coromilas, 1036.
 Corstorphine (R.-H.), 1092.
 Cosserat (E.), 772, 773, 815, 816, 856.
 Cosserat (F.), 772, 773, 815, 816, 856.
 Costantin, 445, 549.
 Costantin (J.), 1146.
 Costomiris, 447.
 Cotte (J.), 497.
 Cotton, 551, 774.
 Coulou (J.), 195, 772.
 Coupin (H.), 290, 389, 638, 680.
 Courmont (J.), 150, 246.
 Courmont (P.), 51.
 Courtaud (D.), 389, 857, 1088.
 Cousin (P.), 343.
 Coutière (H.), 497.
 Couturier (E.), 386.
 Couvreur (E.), 817.
 Craciun (D.-L.), 548.
 Crae (J.-Mac), 451, 776, 1092.
 Crémieu (V.), 52, 195, 246, 497, 498, 587, 589, 981.
 Crepieux, 1037.
 Crespin (J.), 145.
 Crompton (H.), 450.
 Cros (C.-F.), 247.
 Crosslay (A.-W.), 776.
Cuénot (L.), 47, 103, 193, 261 à 269, 341, 890.
 Culmann, 345.
Curcau (Dr), 558 à 571, 598 à 611.
 Curie (P.), 288, 386, 498, 588, 815, 1145.
Cyon (G. de), 589, 828 à 835.

D

Dainelli, 392.
 Dakin (H. D.), 552.
 Dalfsen (B.-M. van), 819.
 Damien, 346, 725.
 Dangeard (A.), 387.
 Daniel (L.), 51, 1086.
 Darboux (G.), 289.
 Darcourt, 1037.
 Dardant (A.), 491.
 Dargein, 1088.
 Darwin (G.-H.), 1037.
 Darzens, 1037.
 Dastre (A.), 150, 246, 448.
 David (P.), 772.
 Davidoglou, 886, 936, 1035, 1086.
 Davidson, 386.
 Dawson (H.-M.), 56, 151, 776.
 Dehérne (A.), 288, 386, 815, 1145.
 Debove, 51, 447, 1036.

Décombe L., 496, 772, 815.
 Decrock (E.), 341.
 Dedekind, 104.
 Defacqz (Ed.), 103, 147.
 Dehérain (H.), 112, 357, 719, 779, 1034.
 Dehérain (P.-P.), 289, 1036.
 Dehon (M.), 1147.
 Delacre (M.), 1035.
 Delacroix (G.), 388, 856, 1146.
 Delage (M.), 50, 243, 815.
Delage (Y.), 50, 812, 816, **861 à 874**, 1086.
 Delagnière, 291.
 Delamare (G.), 722, 817, 937, 938, 1036, 1145, 1147.
 Delange R., 107, 446, 497, 499, 682, 723, 726, 1037.
 Delasalle (A.), 633.
 Delépine (M.), 105, 193, 386, 446, 449, 637, 1149.
 Delgado (J.-F.-N.), 286.
 Delille (A.), 986.
 Delorme, 447, 549, 1036.
 Delpeuch (A.), 1085.
 Demarçay (E.), 19, 678.
 Demartres, 723.
 Demenge (E.), 142, 339, 441, 491, 584, 943, 981.
 Demerliac (R.), 679.
 Demoulin (A.), 497, 815, 984, 1146.
 Demoussy, 289.
 Denigès (G.), 985.
 Deniker (J.), 675.
 Denoyès, 722, 772.
 Densuianu (M^{lle}), 197, 724.
 Dépéret (Ch.), 984.
 Derôme (J.), 343.
 Desaint (L.), 497.
 Des-cours-Desacres, 244.
 Desendé (M.), 497, 679, 816.
 Desfossez (P.), 814, 935.
 Desgrez (A.), 107, 678, 681, 1036.
 Deslandres (H.), 195, 288, 289, 638, 679, 1146.
 Desmots (H.), 548, 591.
 Devaux (H.), 344, 441, 722.
 Dévé (F.), 197, 389, 681.
 Dewar (J.), 858, 938.
 Dezautière, 773.
 Dhommée (R.), 984.
 Dickinson (C.), 151.
 Dickson (L.-E.), 679.
 Didsbury (G.), 679.
Dienert (F.), **1007 à 1019**.
 Diculafoy (G.), 245, 290, 985, 1087.
 Divers (E.), 500, 728.
 Dixon (A.-E.), 56, 390.
 Dobbie (J.-J.), 55, 640.
 Doléris, 149.
 Dominici (H.), 549, 986.
 Donder (T. de), 857.
 Dongier (R.), 103, 292.
 Dootson (F.-W.), 684.
 Dopfer (Ch.), 389, 589.
 Doran (R. E.), 640.
 Dorchain (A.), 636.
 Dorp (W.-A. van), 988.
 Doué, 722.
 Douxami (H.), 289.
 Doward (E.), 552.
 Doyon, 817.
 Drake del Castillo (E.), 773.
 Dubard (M.), 588.
 Dubat (G.), 1145.
 Dubois (A.), 387.
 Dubois (R.), 197, 243, 245, 246, 291, 344, 586, 724, 937, 1088.
 Duboseq (O.), 856.
 Dubreuil (L.), 243.
 Ducamp (L.), 984, 1035.
 Duclos, 51.
 Ducretel, 104.
 Duddell (W.), 986.
 Dugast (J.), 887.
 Duguet, 1147.
 Duhem (P.), 49, 147, 194, 243, 289, 313, 446, 496, 548, 587, 936.
 Dulac (H.), 496, 548, 815.

Dumont (J.), 243, 679.
 Dunstan (W.-R.), 56, 500, 938.
 Dupaigne, 149.
 Duparc (L.), 445, 549, 637, 722, 891, 937.
 Dupasquier, 1147.
 Dupont (C.), 1036.
 Duprat (H.), 105, 343.
 Duprat (C.), 587.
 Dupuy (E.), 1037.
 Durand-Fardel (Ray.), 61, 1033.
 Dussaud (F.), 723, 1087.
 Dybowski (J.), 1035.
 Dyer (C.-S.), 684.

E

E.-A., 544.
 Easterfield (Th. Hill), 56.
 Eginilis (D.), 49, 1086, 1145.
 Egger (Max), 681.
 Egorov (D. Th.), 146, 193, 288, 679.
 Ehrmann, 937.
 Elder (H.-M.), 247.
 Emery (H.), 1088.
 Emmeré de Charmoy, 1037.
 Eneström (G.), 440.
 Engel, 448, 682, 811.
 Engelmann (Th. W.), 988.
 Enriques (F.), 194.
 Eselangon (E.), 772.
 Estanave (E.), 45.
Etard (A.), **434**, à **440**, 548, **1076** à **1081**.
 Everdingen junior (E. van), 108.
 Everett (J.-D.), 247.
 Eyre (J.-V.), 684, 1092.

F

Fabre-Domergue, 497.
 Fabry (Ch.), 587, 772.
 Fages (de), 190.
 Farabeuf, 447.
 Farmer (R.-C.), 640, 1150.
 Fauquet, 344, 447.
 Favrel (G.), 105, 446, 588.
 Fehr (H.), 339, 381, 491, 886, 980, 1141.
 Félizet (G.), 389, 448.
 Fenizia (C.), 47.
 Fenton (H.-J.-H.), 247, 248, 639, 728.
 Féré (Ch.), 149, 388, 680, 681, 724, 817, 857, 938, 1036, 1037.
 Fernbach (A.), 50.
 Fernet (Ch.), 1147.
 Ferrand (L.), 772.
 Ferrier (J.-F.), 725, 857.
 Finot (J.), 814.
 Fischer (F.), 1031.
 Fischer (H.), 289, 387.
 Fischer (P.-R.), 1039.
 Flahault (C.), 341, 384, 442, 493, 585.
 Flamand (G.-B.-M.), 722.
 Flammario (C.), 244, 856, 1146.
 Fleming, 683.
 Fleurent (E.), 637, 1145.
 Fleury (G.), 1146.
 Flénry (M. de), 723, 985.
 Fliche (P.), 290.
 Floresco (N.), 1086.
 Flot (Léon), 104.
 Flusin (G.), 104, 497.
 Fochier, 447.
 Fonzes-Diacon, 50.
 Forchheimer (P.), 1039.
 Forcrand (R. de), 147, 289, 343, 445, 772, 773, 816, 891, 936, 984.
 Forel (F.-A.), 498, 812.
 Forest (F.), 283.
 Forster (M.-O.), 56, 500, 552, 592, 640, 728, 776.
 Fosse (R.), 343, 386, 449, 497, 682, 723, 857, 984, 1087, 1149.
 Foubert (E.), 811.
 Fouché (Ed.), 1088.
 Foulerton (A.-G.-R.), 880.

Fouqué (F.-A.), **65 à 81**, 104, 1086.
 Fouquet, 550.
 Fournier (E.), 1145.
 Fournier (H.), 984.
 Fournier (L.), 245, 291, 548.
 Fournier (vice-amiral), 104.
 Foveau de Courmelles, 50, 1088, 1148.
 Fowler (G.-J.), 56.
 Franca (C.), 291, 550, 589.
 Franche (Ch.), 747.
 Franchimont (A.-N.-P.), 820.
 Francillon (M^{lle} M.), 857.
 Francois-Franek, 723.
 Franke (A.), 1040.
 Frankland (P.-F.), 390, 1150.
Frédéricq (Léon), **797 à 810**.
 Frémont (Ch.), 148, 292, 856.
 Frenkel (H.), 52, 197, 817.
 Freundler (P.), 54, 548, 588, 726.
 Fricke (R.), 1041.
Friedel (J.), 196, 497, **572 à 577**, 1086.
 Frouin (A.), 446, 448, 680.

G

Gagel, M., 768.
 Gaillard, 147, 197, 497, 937, 1087.
 Gain (Ed.), 770, 852, 1141.
 Galavielle, 196, 681.
 Galezowski, 549.
 Gallardo (A.), 550.
 Gallier, 723.
 Gamgee (A.), 892.
 Gariel, 852.
 Garnier (Ch.), 150.
 Garnier (Jules), 146.
 Garnier (L.), 245, 291, 389.
 Garnier (M.), 549.
 Garrigou (F.), 104, 768, 773.
 Garsed (W.), 552.
 Gasnes (Dr Georges), 64.
 Gastine (G.), 891.
 Gaube (J.), 196, 588.
 Gaudier (H.), 245.
 Gaudry (A.), 1087.
 Gaulé (J.), 1087.
 Gautié, 246.
Gautier (Armand), 104, 107, 146, 148, **207 à 213**, 288, 346, **351 à 358**, 386, 446, 448, 723, 937, **1016 à 1059**.
 Gautier (H.), 101, 1146.
 Gebhardt (F. de), 680.
 Gegebenauer (L.), 986.
 Gellé (M. E.), 52, 150, 196, 985, 1088.
 Gêneau de Lamarlière (L.), 445.
 Génin (V.), 1035.
 Genoud, 194, 288.
 Genvesse (P.), 243, 290.
 Geoffroy-Saint-Hilaire (E.), 1033.
 Gérard (E.), 147, 197, 851.
 Gérardin (Aug.), 147.
 Gérin (F.), 936, 937, 984.
 Gerland (E.), 236.
Gervais-Courtellemont, **874 à 880**.
 Giard (A.), 50, 149, 724, 856, 985.
 Gibbs (W.), 247.
 Gibrat, 388.
 Giglio-Tos, 238.
 Gilardoni (H.), 680.
 Gilbert (A.), 61, 245, 344, 447, 681, 1088.
 Gilbody (A. W.), 107.
 Gildmeister (E.), 36.
 Gilet, 549.
 Gilletta de Saint-Joseph, 149, 680.
 Giltay (J.-W.), 1151.
 Girard (A. Ch.), 245, 637.
 Girard (J.), 314, 857.
 Girod (P.), 677.
Glangcaud (Ph.), 143, 148, 196, 674, 769, 772, **914 à 922**.
 Glazehrook (T.), 54.
Gley (E.), 52, 62, 246, 443, 448, 817, **897 à 904**, 1147.
 Gnezda (J.), 936.
 Golosceano, 344.

Gonnessiat (F.), 637.
 Goodrich (E. S.), 720.
 Goodwin (W.), 150.
 Gordan (P.), 728.
 Gorini, 152, 392.
 Gosling (M^{lle} A.), 639.
 Gouget (A.), 1033.
 Goulding (E.), 500.
 Gouré de Villemontée, 285.
 Goursat (Ed.), 289.
 Gony (G.), 815, 1086.
 Gowland Hopkins (P.), 859.
 Graffigny (H. de), 339.
 Gramme (Z.), 146.
 Grammont (A. de), 52, 887.
 Grand-Moursel, 246.
 Granger (A.), 497, 499.
 Gravaris, 816.
 Gray (T.), 552.
 Grégoire (E.), 679.
 Gregory (J.-W.), 720.
 Gréchant (N.), 289, 1145.
 Griffon (V.), 52, 149, 389, 681.
 Grignard (V.), 195, 288, 343, 387, 449, 548.
 Grimaux (Ed.), 583.
 Grimbert (L.), 52, 343, 389, 449, 1036.
 Gros, 937.
 Grossard, 818.
 Groves (C.-E.), 500.
 Guède (H.), 1032.
 Guédras (M.), 1146.
 Guéniot, 149.
 Guerbet, 148, 247, 343, 815.
 Guglielmo, 392.
 Guiart (J.), 389, 855, 1084.
 Guichard (C.), 49, 106, 194, 243.
 Guichard (M.), 49.
 Guichard (P.), 191, 1032, 1141.
Guillaume (Ch. Ed.), 150, 192, 197, 237, 285, **358 à 368**, **422 à 431**, 449, 497, 499, 504, 551, 583.
 Guillaume (J.), 49, 288, 289, 723, 984.
 Guillemond (H.), 637.
 Guillemonat, 496, 772, 1036.
 Guillet (L.), 497, 587, 815, 985, 1145.
 Guilliermond, 147, 548, 773.
 Guillon (J.-M.), 289.
 Guinchant, 244.
 Guinon (Louis), 64.
 Guiraud, 246.
 Guntz (R.), 446, 1087, 1149.
 Gutton (C.), 288.
 Guye (Ch.-E.), 856.
 Guye (Ph.-A.), 390, 496, 545, 678, 679.
 Guyon, 51, 290.
 Guyon (J.-F.), 389, 857.
 Guyot, 386, 499, 679.
 Guyou (E.), 49, 343.

H

Hachet-Souplet (P.), 412.
 Hacks, 549.
 Hadamard (J.), 289.
 Haga (T.), 728.
 Hagen (E.), 1050.
 Hall (H.), 347.
 Halla (E.), 1040.
Haller (A.), **159 à 167**, 213, **255 à 261**, 292, **323 à 330**, 386, 499, 633, 674, 678, 679, 723, 1087.
 Halliburton (W.-D.), 775.
 Hallion, 52, 638, 1145, 1146, 1147.
 Hallopeau, 51, 290, 773, 937, 985.
 Hamonet (J.), 194, 195, 289, 346, 386, 448.
 Hamy (M.), 678, 932.
 Harriot (M.), 51, 147, 148, 196, 197, 290, 387, 447.
 Harden (A.), 150, 450, 1092.
 Harlay (V.), 243.
 Harrison (E.-P.), 1038.
 Harroy (M.), 1087.
 Hartley (W.-N.), 53, 640.
Hartmann (H.), **881 à 885**.
 Hartog (Ph.-J.), 56.

Hartmann (H.), 342, 814.
 Hartog (M.), 289.
 Harvey (A.-W.), 639.
 Hatfield (H.-S.), 684.
 Hatt, 289, 984.
 Haug (E.), 193, 286, 383, 769.
 Hayem (G.), 196, 548.
 Hébert (A.), 107, 243, 290, 492, 771, 856.
 Heckel (Ed.), 680, 1087, 1145.
 Hédon (E.), 291, 344, 447, 771, 815, 1036.
 Helbronner (A.), 722.
 Hele-Shaw (H.-S.), 587.
 Helot (J.), 584.
 Hemptinne (A. de), 1145.
 Hemsalech (G.-A.), 445, 446, 496, 886, 1087.
 Henderson (G.-G.), 1092.
 Henneguy (F.), 447, 1086.
 Hénocque (A.), 52, 1088.
 Henri (V.), 150, 196, 388, 447, 680, 817, 1037, 1087, 1147.
 Henriet (H.), 446.
 Henry (L.), 723.
 Henry (T.-A.), 938, 1092.
 Hérissé (H.), 289, 291, 722, 815.
 Hermite (Ch.), 57, 409, 146.
 Herscher, 681, 1088.
 Hertha Ayrton, 938.
 Hervé (H.), 1035.
 Hervieux, 196, 291, 549, 588, 937.
 Herzig (J.), 1040.
 Heurleaux, 680.
 Hewitt (J.-T.), 107, 776.
Hilbert, **168 à 174**.
 Hill (A.-C.), 390, 818.
 Hiorns (A.-H.), 142.
 Hird (J.-M.), 1092.
 Hobbs (J.), 550.
 Hoernes (R.), 1039, 1040.
 Hoffmann (Fr.), 46.
 Hoffmann (J.-C.-V.), 440.
Holland (A.), **94 à 98**, 285, 340, 456.
 Holleman (F.), 152.
 Holmes (J.), 776.
 Holroyd (G.-W.-F.), 1150.
 Holsbær (H.-B.), 151.
 Hoogervest (S.), 988.
 Horsman Fenton (H.-J.), 55.
 Houdaille (F.), 852.
 Houssey (F.), 194, 889, 1086, 1146.
 Hubrecht (A.-A.-W.), 988.
 Huchard, 291, 589, 937.
 Hugot (Ch.), 46.
 Hugonnet, 984.
Hugonnet (L.), 146, **435 à 439**, 447, 549.
 Hulot (J.), 857.
 Humbert (G.), 146, 249, 289, 343, 856.
 Hunter (A.-E.), 451.
 Hurlley (W.-H.), 1092.
 Hurwitz (A.), 243, 678.
 Hyndman (H.-H.-F.), 391.

I

Imbert (A.), 344, 448.
 Imbert (H.), 772, 984, 1145.
 Ingelrans (L.), 1147.
 Innes (W.-Rose), 107.
 Irvine (J.-C.), 552, 728.
 Istrati, 723.

J

Jaccoud, 548.
 Jacob de Cordemoy (H.), 194.
 Jacobson, 638.
 Jacquemin (G.), 588.
 Jacquemin (P.), 634.
 Jacquet (L.), 63, 680, 721.
 Jadin (F.), 1083.
 Janet (Paul), 156, 246.
 Janssen (J.), 195, 288, 290, 548, 856, 1035.
 Japp (F.-R.), 776.
 Jaubert (G.-F.), 105, 146, 387.
 Jaubert (J.), 587.

Javal (Ad.), 638.
 J. D., 1144.
 Jeans (J.-H.), 727.
 Jeanelme (E.), 197, 890.
 Jerdan (D.-S.), 728.
 Joannis (A.), 444.
 Job (A.), 53, 106.
 Joffrin (H.), 1145.
 Johnson (K.-R.), 816.
 Jolly (J.), 681, 1088, 1147.
 Jollyman (W.-H.), 294, 390.
 Jones (H.), 248, 339, 1150.
 Jonquières (de), 386, 856.
 Jordan (C.), 146.
 Josias, 1088.
 Josué (O.), 681.
 Jouarre, 388.
 Jougnat, 49, 343.
 Jouniaux, 587, 679, 773.
 Jourdain (S.), 49, 244, 291, 448, 1086.
 Jousset de Bellesme, 194.
 Jouve, 247, 448, 497, 591.
 Jowett (H.-A.-D.), 450, 1150.
 Julius (W.-H.), 986.
 Julliard (C.), 681, 937.
 Jullien, 723.
 Jumelle (H.), 770.
 Jungfleisch, 51, 243, 387, 858.
 Juric (A.), 857.
 Justin de Lisle, 723.

K

Kamerlingh Onnes (H.), 391, 819.
 Kantor (S.), 147.
 Kapteyn (J.-C.), 1040.
 Kapteyn (W.), 818.
 Keesom (W.-H.), 1152.
 Kelsch, 816, 985.
 Kemp (P.-H. van der), 392.
 Kennedy (R.), 818.
 Kenzie (A.-Mc), 1092.
 Kilian (W.), 549, 1033.
 Kilkelly, 933.
 Kipping (F.-S.), 167, 294, 347, 451, 776.
 Kléerekooper (M^{lle} E.), 152.
 Kleyn (A.), 820.
 Kling (A.), 773.
 Kluyver (J.-C.), 390.
Köhler (R.), 49, **180 à 189**.
 Kœnig (E.), 446.
 Kœnig (R.), 247.
Kœnigs (G.), 49, **368 à 373**, 772, 816, 856, 891, 936, 984.
 Kohnstamm (P.), 819.
 Korda (D.), 551.
 Kövessi, 290, 388, 445, 588.
 Kowalensky (A.), 1039.
 Kowalewsky, 1086.
 Kowalski (J. de), 722.
 Krause (M.), 49.
 Kronecker, 447.
 Kunckel d'Herculais (J.), 387.

L

Laborde (J.-V.), 149, 196, 291, 388, 447, 549, 588, 638, 680, 723, 1087.
 Lacaze-Duthiers (H. de), 773, 816.
 Lacombe (H.), 1087.
 Lacroix (A.), 148, 196, 244, 1146.
 Ladenburg, 723.
 Lafay (A.), 1087, 1145.
 Lagatu (H.), 492, 684.
 Lagrange (E.), 148, 196, 388.
 Lagriffe, 246, 589.
Lagnesse, 589, **1020 à 1030**.
 Laignel-Lavastine, 589, 817.
 Laisant (C.-A.), 1082.
 Lambert (M.), 245, 291, 389.
 Lamey (Dom), 244.
 Lamotte (de), 637.
 Lampe (E.), 1039.
 Lancaster (A.), 769.
 Lancereaux (E.), 51, 291, 388, 548, 680, 774.

Lander (G.-D.), 450.
 Landerer (J.-J.), 194.
 Landouzy, 61, 290, 1088.
 Landrin (S.), 1035.
 Langelaan (J.-W.), 820.
 Langenhagen (de), 549, 677.
 Langlois (J.-P.), 1146.
 Lannelongue, 147, 148, 243, 497, 937.
 Lansac (B.), 680.
 Lapique (L.), 678, 681.
 Lapiere (Ch.), 817.
Lapparent (A. de), 244, **399 à 443**,
577 à 578, 588.
 Lapworth (A.), 150, 248, 347, 552, 684.
 Laquerrière, 772.
Larbalétrier (A.), **836 à 846**.
 Larguier des Bancelles, 817.
 Larmor (J.), 811.
 Larroche (J.), 448.
 Larroque (F.), 195, 244, 387, 548, 722.
 Larter (A.-T.), 818.
 Laska (W.), 1039.
 Lasne (H.), 548.
 Lauder (A.), 55, 640.
 Laugier, 62.
 Laulanié (F.), 982.
Lannay (L. de), 102, **114 à 122**.
 Lannois (L.), 197.
 Laurent (Em.), 1145.
 Laurent (L.), 1084.
 Lauriol (P.), 448, 639.
 Lauroy (L.), 817.
 Laussedat (Colonel A.), 811.
 Laval (Ed.), 47.
 Laveran (A.), 51, 149, 246, 389, 447,
 453, 548, 550, 680, 724, 772, 857, 937,
 985, 1088.
 Lavergne (G.), 141, 382, 633.
 Lawrence (W.), 390.
 L. B., 673, 852.
 Lebean (P.), 243, 288, 343, 449, 1146.
 Lebesque (H.), 496.
 Leblanc (M.), 984.
 Le Bon (G.), 291, 389.
 Le Cadet, 288.
 Lécaillon (A.), 289.
 Lecène, 530, 724.
Le Châtelier (H.), 448, **1099 à 1108**.
 Lecher (E.), 1039.
 Leclairche (E.), 196.
 Leclercq, 638.
 Lecomte, 549, 1035.
Lecornu (L.), **125 à 131**.
 Le Couturier, 1088.
 Le Dantec (F.), 985.
 Le Dentu, 51, 290, 985.
 Ledoux (P.), 344.
 Leduc (S.), 288, 387, 678.
 Lee (T.-H.), 451.
 Lees (F.-H.), 449.
 Lefebvre (P.), 548.
 Lefèvre (A.), 771.
 Lefèvre (J.), 448, 681, 1037.
 Lefèvre (L.), 673.
 Léger, 150, 243, 387, 588, 637, 726, 856,
 858.
 Legrand (E.), 193.
 Legros (G.), 52, 447, 550, 724, 1036.
 Lehfeldt, 727, 1039.
 Leidié, 726, 932.
 Lelieuvre, 548.
 Lely (C.), 1152.
 Lemaitre (A.), 547.
 Lémery, 104.
 Lemoine, 54, 549.
 Lemoult (P.), 147, 198, 386, 445.
 Lenton (W.-H.), 684.
 Leod (H.-Mac), 500.
 Léon (G.), 637.
 Lepage (L.), 817, 985.
 Lepierre (Ch.), 723.
 Lépine (J.), 1147.
 Lépine (R.), 290, 772, 1035, 1088, 1147.
 Lereboullet (P.), 344, 447, 681, 1088.
 Léri, 817.
 Lermoyez (M.), 242.
 Le Roy, 51.
 Leroy (E.), 340.

Leroy (R.) **646 à 659**.
 Le Roy de Méricourt (A.), 891.
 Lesage (A.), 817.
 Lesage (J.), 586.
 Lesage (P.), 772, 1035.
 Lesieur (Ch.), 197, 246, 857.
 Lestie (M^{lle} C. de), 936.
 Lesné (E.), 448.
 Lesne (P.), 387.
 Le Sourd (L.), 52, 724, 937.
 Lespieau, 498, 936.
 Leteur (F.), 722.
Létienné (A.), 145, **923 à 930**.
 Letulle (M.), 149, 245.
 Leven (G.), 197, 447.
 Levi-Civita, 392.
 Lévy (L.), 674.
 Lévy (Maurice), 104, 105.
 Leys (Al.), 496.
 Lewin (L.), 937.
Lezé (R.) **82 à 86**.
 Liapounoff (A.), 49, 147, 387.
 Liégeois, 447.
 Lier (G.-A. van), 1040.
 Ligondès (R. du), 146.
 Limpach (L.), 728.
 Linde K. von), 1039.
 Lindet (L.), 103, 194, 584, 674, 1037.
 Linossier (G.), 291, 447.
 Liouville (R.), 856.
 Lippmann (G.), 288, 445, 446, 548, 551.
 Livache (Ach.), 549.
 Livon, 723.
 Lloyd (L.-L.), 294.
 L. O., 144, 383, 983.
 Løper, 52, 246, 291, 389, 447, 550, 681,
 817.
 Löw (P.), 447.
 Loewy, 244, 497, 589, 857.
Loir (A.), 494, **821 à 823**, **962 à**
964.
 Loir (M.), 99.
Loisel (G.), 50, 195, 246, 252, 291, 344,
 494, 857, 1087, 1088, **1128 à 1140**.
 Lombard (A.), 447, 549.
 Lo Monaco, 152, 392.
 Longo, 392.
 Lorenz (H.-A.), 107, 295.
 Lorie (J.), 1152.
 Lorin (H.), 718.
 Lotet, 194, 288, 984, 1087.
Loth (G.), 191, **1108 à 1112**.
 Louguine (W.), 146.
 Louise, 446.
 Lourbet (J.), 495.
 Lowry (T.-M.), 818.
 Loyez (M^{lle} M.), 1146.
 Lucas-Championnière, 51, 243, 290, 1036.
 Lucet, 549.
 Lugeon (M.), 105.
 Luizet (M.), 288, 343, 548.
 Lulofs (P.-K.), 392, 820.
 Lumière (A.), 147, 290, 984, 985.
 Lumière (L.), 147, 290, 984, 985.
 Lummer (O.), 1039.
 Lumsden (J.-S.), 1092.
 Lutz (L.), 448, 674, 770.
 Lymann, 551.

M

M. A., 1098.
 Macé de Lépinay (J.), 772.
 Macfarlane Gray (J.), 1039.
 Machat (J.), 145.
 Mack (Ed.), 446, 496.
 Mackenzie (J.-E.), 684.
 Madan (H.-G.), 640.
 Magalhaes (P.-S. de), 937.
 Magnan, 1036.
 Magnus, 62.
 Maheu (J.), 445.
 Maige (A.), 383, 857.
 Mailhe (A.), 587, 679, 726, 773.
 Maillard (L.), 446, 985.
 Maillet (Ed.), 244, 288, 289, 445, 496,
 1035, 1146.

Maire (R.), 51, 387.
 Mairat, 52.
 Maitland (W.), 776.
 Malassez (L.), 243.
 Maldés, 815.
 Maltézos (C.), 386.
 Manceau (E.), 116.
 Maucini (E.), 152, 392.
 Mandoul, 1086.
 Mangin (L.), 51, 445, 454, 815, 857.
 Manouélian (Y.), 245, 638.
 Mansion (P.), 381.
 Manuelli, 152.
 Manzetti, 392.
 Maquenne (L.), 46, 192, 340, 446, 449,
 637, 679.
 Marage (R.), 62, 196, 637, 1087.
 Marboutin (F.), 196.
 Marceau (F.), 681.
 March (F.), 343, 722.
 Marchal (E.), 1146.
 Marchand (L.), 344, 388, 589, 724.
 Marchis (L.), 343.
 Maréchal (G.), 447.
 Marengli, 392.
 Marès, 587.
 Marey (E.), 387, 852.
 Marey (J.), 47.
 Marie (A.), 494.
 Marie (Ch.), 686, 992, 1086.
 Marillier (L.), 385, 443, 495, 677, 771.
 Marineseo (G.), 50, 389.
 Marion (H.), 195.
 Marlatic, 149.
 Marquis (R.), 147.
 Marro (A.), 1144.
 Martelli, 152.
 Martens (F. F.), 1039.
 Martin (G.), 776.
 Martin (J.), 497, 552.
 Martin (K.), 1040.
 Martin (L.), 196.
 Martin du Magny, 723.
 Martine (G.), 722.
 Martonne (E. de), 196, 498.
 Martre, 722, 772.
 Mascart (E.), 146.
Mascart (Jean), **243 à 222**, **270 à**
282, 387, 891.
 Massol (G.), 386, 679, 815.
 Masson (H.), 244, 293.
 Masson (O.), 552.
Mathias (E.), 195, **902 à 914**, **965**
à 979, 1087.
 Mathieu (L.), 383.
 Mathis, 52, 681.
 Matignon (C.), 53, 105, 815.
 Matruchot (L.), 51, 245.
 Mauclaire, 724.
 Maupas, 678.
Maurau (Ch.), **1059 à 1066**.
 Maurange (G.), 48.
 Maurel (E.), 52, 246, 291, 448, 589, 817,
 857, 985, 1088.
 Mavrojanis, 496.
 Mayet, 50, 51, 197, 1146.
 Mazarski (S.), 344.
 Mégnin (P.), 245, 857, 1037.
 Meillère (G.), 246, 291, 448, 1036.
 Meldola (R.), 500, 684, 1092.
 Meldrum (N.), 776.
 Mellor (J.-W.), 56, 107.
 Ménuard (V.), 342.
 Mendelssohn, 678.
 Menegaux (A.), 857.
 Méray (Ch.), 445.
 Mercadier (E.), 891.
 Merklen (P.), 245, 448.
 Meslin (G.), 773.
 Mesnager, 678.
 Mesnil (F.), 197, 344, 389, 549, 589, 724,
 772, 937, 938, 985.
Metchnikoff (El.), **7 à 15**, 314, 1149.
 Metz (G. de), 816.
 Meunier (L.), 1088.
 Meunier (Stan.), 244, 245, 445, 446, 1146.
 Meyer (F.), 1086.
 Meyrat (P.), 491.

Michaux (P.), 245.
 Michel (P.), 245.
 Michie (A.-J.), 776.
 Miers (H.-A.), 107, 500.
 Milandre (Ch.), 583.
 Mildred Gostling, 247.
 Milian, 149, 196, 291, 447, 549, 638, 680, 724, 938.
 Miller (G.-A.), 445, 984.
 Millosevich, 152, 392.
 Mills (W.-S.), 552.
 Minet (A.), 284.
 Minguin (J.), 679, 723.
 Minkowski (H.), 105.
 Miquel (P.), 678.
 Mittag-Löffler (G.), 386, 637, 816.
 Mizzoni (A.), 938.
 Modzelewski (J. de), 722.
 Moir (G.), 500.
Moissau (H.), 107, 243, 288, 722, 726, **946 à 955**, 1035, 1036, 1037, 1086, 1149.
 Moitessier (L.), 724.
 Molinié (M.), 1032.
 Molinier, 446, 448.
 Moll (J.-W.), 820, 1040.
 Mollard (M.), 51, 245, 936, 937.
 Monckton Copeman (S.), 860.
 Moncorvo, 816.
 Monfet (L.), 52.
 Monod (Henri), 245, 1036.
 Monot (G.-H.), 194.
 Montangerand (L.), 288, 289.
 Montessus de Balore (F. de), 857.
 Montille (M^{lle} S. N. de), 383.
 Moody (H.-R.), 610.
 Moore (B.), 859.
 Morache (G.), 144.
 Morat (J.-P.), 559.
 Moreau, 588, 1035.
 Moreigne (H.), 589.
 Morel, 817.
 Morel-Lavallée, 549.
 Moreul, 1147.
 Morize H., 498, 723.
 Morris G.-H., 776.
 Mossé (A.), 637, 1146, 1147.
 Motais, 723.
 Motet, 1088.
 Mott (F.-W.), 775.
 Moty, 388.
 Mouchet, 290, 680.
 Mouneyrat (A.), 441.
 Moureaux (Th.), 105, 1146.
 Moureu, 107, 387, 446, 449, 497, 499, 548, 591, 682, 723, 726.
 Mourey (Ch.), 145.
 Moussu, 147, 496, 289.
 Mountard (Th.), 289.
 Mouton (H.), 773, 857.
 M. P., 814.
 Möller (F.), 673.
 Müller (P. Th.), 496, 1149.
 Müntz (A.), 245, 770.
 Muratet, 52, 104.
 Muskens (L.-L.-J.), 1152.

N

Napias H., 549.
 Naville (A.), 933.
 Naylor (W.-A.-H.), 684.
 Negreano (D.), 637.
 Neff (Chr.-A.-C.), 392.
 Nencki (de), 1147.
 Netter, 49, 52.
 Netter (L.), 681.
 Netto (E.), 339.
 Neville (A.), 640.
 Newth (G.-S.), 684.
 Niélou (M.), 197, 678, 681, 722, 724, 1088.
 Nicolai (C.), 820.
 Nicolardot (P.), 985.
 Nicolas (A.), 5.
 Nicolas (J.), 149, 150, 197.
 Nicolle (M.), 385.
 Nietzsche, 633.

Nigdel Axelos (E.), 497.
 Nimier (H.), 47.
 Noalhat (H.), 283.
 Nobécourt (P.), 52, 197, 245, 938.
 Nocard (Ed.), 496, 388, 550.
 Nodon (A.), 386.
 Noël, 152, 1088.
Noël (P.), 459 à 472, 535 à 543.
 Nordenskiöld (A.-E.), 856.
 Nordmann (C.), 816.
 Normand (A.), 289.
 Noufflard (Ch.), 143.
 Nuttall (G.-H.-F.), 1090.

O

Oates (W.-H.), 500.
 Obrecht (A.), 583, 1035.
 Oeagne (M. d'), 387.
 Oddo (G.), 858, 1037.
 Oechsner de Coninck, 50, 104, 146, 148, 812.
 Ogawa (M.), 728.
 Okell (J.), 150.
 Olivier (Louis), 583, 896.
 Olmer (D.), 589.
 Onimus, 680.
 Onnes, 451, 452.
 Oppenheim (R.), 389, 817.
 Oppenheimer (C.), 382.
 Oppolzer (K. von), 1039.
 Orton (K.-J.-P.), 150, 347, 640, 1150.
 Oss (S.-L. van), 1040.
 Ostwald (W.), 545.
 O'Sullivan (C.), 728.
 Oudemans (J.-A.-C.), 294, 497, 820, 1132.
 Oustalet, 1086.
 Ouvrard (L.), 494.
 Owen Jones (H.), 55.

P

Pachon, 51.
 Padé (H.), 386, 445.
 Pagniez, 291, 817, 1036.
 Paillard (J.), 724.
 Paillot (R.), 50, 548, 587.
 Painlevé (P.), 49, 415.
 Pakes (W.-C.-C.), 294, 390, 450.
 Paliatseas (Ph.-G.), 53.
 Pampaloni, 392.
 Panas, 388, 549.
 Panichi, 152.
 Papadakis (A.), 449.
 Papin (E.), 857.
 Paquier (V.), 148, 192.
 Park (J.), 584.
 Parker (W.-H.), 859.
 Parmentier (F.), 588, 779, 723.
 Pasquier (du), 817.
 Pasteur, 821.
 Patterson (T.-S.), 451, 390.
 Paulesco, 680, 774.
 Pauli (W.), 1039.
 Pavillard (J.), 932.
 Pavlicek, 451.
 Pawlow (J.-P.), 1142.
 Pearce (F.), 445, 637, 722, 891, 937.
 Péchard (E.), 290.
 Pégot, 818.
 Pélabon (H.), 146, 386, 637.
 Pellat (H.), 105, 448, 548, 551, 390, 638, 1145, 1148.
 Pellegrin (J.), 197.
 Pellet (A.), 1145.
 Pelletier (M^{lle} M.), 936.
 Pérez (Ch.), 1147.
 Périer, 1036.
 Perkin (A.-C.), 551.
 Perkin (W.-H.), 592, 1150.
 Perkin junior (W.-H.), 56, 294, 390.
 Perman (E.-P.), 390.
 Permillieux, 450.
 Péro (A.), 587, 772.
 Perrier (E.), 390, 444.
Perrier (Léon), 482 à 490.

Perrier (R.), 444.
 Perrin (F.), 290, 984.
 Perrin (Marius), 586, 812.
 Perrot (F.-L.), 496.
 Perrotin, 146, 936, 1086.
 Petit (A.), 107.
 Petit (G.), 772.
 Petit (P.), 340.
 Petot (A.), 856, 936, 1086.
Petrovitch (M.), 626 à 632.
Pettit (A.), 291, 791 à 796, 817, 857.
 Peugniez, 447.
 Peyrot, 496.
 Phillips (H.-A.), 407.
 Phisalix (C.), 49, 54, 62, 497, 681.
 Phragmen (E.), 637.
 Picard (Emile), 405, 445, 1086.
 Pickard (R.-H.), 390, 640.
 Pictet (A.), 446.
 Pidoux (J.), 1031.
 Piéchaud, 388.
 Pigeon (L.), 382, 932.
 Piuard, 196, 773.
 Pinois, 52.
 Pinoy, 449, 197.
 Piolet (de R. P.), 143.
 Pitres (A.), 638, 1036.
 Pizon (Ant.), 447, 1086.
 Plicque (A.-F.), 64.
 Plumandon (J.-R.), 1141.
 Pochettino, 392.
 Poincaré (A.), 49, 497.
Poincaré (H.), 105, 146, 243, 991 à 1007, 1035, 1038, 1146.
 Poincaré (L.), 247, 778.
 Poiré (P.), 444.
 Poisson (G.), 891.
 Polailon, 51.
 Policard (A.), 550, 681.
 Pollak (Ch.), 637, 723.
 Poncet (A.), 774, 857, 985.
 Ponsot, 49, 197, 386, 637, 679, 816, 984.
 Pope (F.-G.), 1092.
 Pope (W.-J.), 55, 639, 640.
 Popoff, 104.
 Porak, 449, 1147.
 Portes, 680.
 Portier, 50, 857.
 Posternak, 1037.
 Pofain (P.-Ch.), 57, 105, 110, 148, 149.
 Potter (C.), 892.
 Pottévin (H.), 50, 343.
 Pouchet (G.), 891, 936.
 Pouget (J.), 382.
 Poujol (G.), 448.
 Poulain (A.), 681, 818.
 Poulenc (C.), 1083.
 Poupinel (G.), 61.
 Pouret, 106, 150.
 Pourquier (P.), 445.
 Pozerski, 149, 150.
 Pozzi-Escot (E.), 445, 496, 718, 1083.
 Prenant (A.), 241, 494, 635, 814, 1098.
 Presas (J.), 549.
 Prey (Jz. C.), 820.
 Proust (A.), 388, 447, 1039.
 Pruvot (G.), 721, 983.
 Prizbram (K.), 1039.
 Pugnaf (A.), 447.
 Pujade (P.), 771.
 Purdie (P.), 500, 728.

Q

Quarenghi (T. de), 475 à 480.
 Quennessen, 726.
 Queva (C.), 340.
 Quinton (R.), 195, 244.

R

Rabaud (Et.), 246, 497, 589.
 Rabul, 637, 678.
 Raczkowski (de), 1035.
 Raffy (L.), 387, 1035, 1145.

Raillet, 52, 291, 549, 1084.
 Rambaud, 105, 587, 836.
 Ramond (F.), 857.
 Ramsay (W.), 684, 1150.
 Ransomé (A.), 860.
 Raoult, 445.
 Rappin, 724.
 Rataud (E.), 197.
 Rateau (A.), 381.
 Raulin (V.), 1035.
 Ravaut, 52, 681.
 Ravaz (L.), 387.
 Raveau, 198, 639.
 Raverot (E.), 1086.
 Ray (J.), 815.
 Ray (P.-C.), 552.
 Ray-Lankester (E.), 1087.
 Raymond (F.), 774, 1088.
 Reclus (Paul), 388, 985, 1087.
 Recoura, 637.
 Regaud (Cl.), 196, 291, 448, 550, 681.
 Regelsperger, 254, 645, 827, 993.
 Régnier (L.-R.), 679.
 Rehns (J.), 245, 369, 724.
 Reinders (G.), 152.
 Rémy, 447, 681.
 Renault (B.), 194, 445, 984.
 Renault, 291.
 Rendu (H.), 723, 985.
 Rengade (E.), 104, 264.
 Répin, 385, 596, 1142.
 Retterer (E.), 817.
 Rezius (G.), 1039.
 Reverdin, 1037.
 Reynaud (G.), 243.
 Reynolds J. Emerson), 500.
 Rey-Pailhade (de), 52, 638.
 Rhéins, 146.
 Rhodes (Herbert), 682.
 Ribard (E.), 983.
 Ribaucourt (Ed. de), 196, 586.
 Ribaut (H.), 447, 549.
 Ribière, 195, 343.
 Ribot, 51.
 Rieco (A.), 195, 392.
 Richard (A.), 1087.
 Richardière (H.), 61.
 Richardson (A.), 684.
 Richaud (A.), 142.
 Riche, 51.
 Richelot, 723.
 Richer (Paul), 62.
Richet (Charles), 61, 104, **302 à 311**,
 548, 681, 724, 933.
 Ricome (H.), 51.
 Rieux, 1147.
 Ringer (W.-E.), 988.
 Riquier, 446.
 Rispal, 344.
 Rivet, 722.
 Rivière (E.), 936.
 Robert (A.), 387, 446.
 Robertson (W.), 592, 776.
 Robin (A.), 51, 196, 243, 343, 388, 588,
 1147.
Rocques (X.), 383, 595, **699 à 712**,
 718, **751 à 758**, 769, 888.
 Rocquigny (C^{te} de), 719.
 Rodet (A.), 196.
 Rodier (E.), 49.
 Rodriguez, 49.
 Roger (Ed.), 50.
 Roger (H.), 817.
 Rolland (G.), 244.
 Rollet (P.), 811.
 Romburgh (P. van), 151.
Romme (R.), 63, 793, **506 à 524**,
 677, 890.
 Rona (P.), 1039.
 Rondeau-Luzéan M^{me}, 446, 549.
 Roos (L.), 244, 1086.
 Rosati, 152.
 Rose-Innes (J.), 592.
 Rosenthal, 446.
 Rosenthal (G.), 724, 1037.
 Rosin, 726.
 Rossard (F.), 243.
 Rosset (G.), 449, 550.

Rothé (E.), 678.
 Rothschild (H. de), 677, 681.
 Rotschy (A.), 446.
 Rouchon (G.), 674.
 Rousseaux (E.), 245, 770.
 Roussel, 724.
 Roustan, 1147.
 Rouvière, 722, 772.
 Rouville (E. de), 341.
 Roux (E.), 446, 449, 1087.
 Roux (J.-Ch.), 724, 937.
 Rowland (H.), 548, 1092.
 Rubens (H.), 1050.
 Rucker (A.-W.), 55.
 Ruhemann (S.-W.), 390, 728, 1092.
 Russell (B.-A.-W.), 850.
 Ryan (H.), 552.
 Rynberk (van), 392, 1152.

S

Sabanejeff, 726.
 Sabatier (P.), 148, 289, 386, 587, 591,
 679, 816.
 Sabine (W.-C.), 106.
 Sabrazès, 52, 104, 344, 447, 550, 680,
 681.
 Sacquépée (E.), 857.
 Sagnac (E.), 53, 498, 639, 725, 984.
 Saint-Hilaire (E.), 241.
 Saint-Martin (L. G. de), 389.
Saint-Rémy, 105, **578 à 582**.
 Saint-Yves Menard, 290.
 Salmon (J.), 245.
 Salomon, 681.
 Sambuc, 100.
 Sand (H.-J.-S.), 49.
 Saude Bakhuyzen (E.-F. van de), 818.
 Sande Bakhuyzen (H.-G. van de), 294,
 818, 819.
 Sanders (C.), 1151.
 Sanson (A.), 1084.
 Sarrasin (E.), 812.
 Sarran (E.), 856.
Savage (Ed.), **472 à 482**, 1086.
 Saux (G.), 681, 724, 817.
 Sazirac (R.), 678.
 Scaffaro, 392.
 Schär, 680, 1036.
 Schaller (F.), 1040.
 Schalkwijk (J.-C.), 451, 199, 819.
 Schlagdenhauffen (F.), 1145.
 Schlesinger (L.), 105.
 Schmitt (Ch.), 447.
 Schösing (Th.), 549.
 Schösing fils (Th.), 548.
 Schoorl (N.), 151, 1040.
 Schoute (P.-H.), 108, 152, 200, 296, 348,
 392, 432, 829, 1040, 1151, 1152.
 Schouten (J.-L.), 392, 820.
 Schreinemakers (F.-A.-H.), 392.
 Schröder van der Kolk (J.-L.-G.), 452,
 1040.
 Schryver (S.-B.), 449.
 Schuh (F.), 819.
 Schullen (A. de), 679.
 Schupmann (L.), 1031.
 Scott (A.), 55, 150, 500.
 Scrini (E.), 549.
 Sebèrt, 445.
 Seegen (J.), 1039.
 Séguier (de), 496.
 Seligmann-Lui, 722.
 Sell (W.-J.), 684.
 Semenow (J.), 587, 773.
 Sencier (G.), 633.
 Senderens (J.-B.), 148, 289, 587, 591,
 816.
 Senior (Alf.), 107, 150.
 Sergent (E.), 938.
 Serpa Pinto, 111.
 Serret (J.-A.), 886.
 Servant, 387.
 Seurat (L.-G.), 985.
 Severi, 152.
 Severin (E.-C.), 492.
 Sevestre, 937.

Seyewetz (A.), 722.
 Siacchi (F.), 548, 856.
 Sicard, 52, 448, 492, 550, 638, 1147.
 Siedlecki (M.), 148, 197.
 Sigaud, 193.
 Silva Basto (A.-J. da), 673.
 Simionescó (C.), 680, 818.
 Simmonds (C.), 592.
 Simon (L.-J.), 243, 244, 289, 449, 937,
 937.
 Simond (P.-L.), 246, 550.
 Simonin (J.), 447.
 Sinéty (R. de), 1086.
 Sitter (W. de), 986.
 Skraup (Zd.-H.), 1040.
 Slatineano (A.), 937.
 Sleen (G. van der), 820, 988.
 Smits (A.), 200, 819, 988.
 Smolka (A.), 1040.
 Sodeau (W.-H.), 56, 684.
 Sommelet, 293.
 Soret (A.), 388.
 Soury (J.), 47.
 Sprankling (C.-H.-G.), 107.
 Stadt Kzn (E. van de), 820.
 Stanvievitch (G.-M.), 816.
 Stassano (H.), 149, 289, 386, 550, 679,
 723, 815.
 Steele (B.-D.), 151, 1038.
 Stefani (de), 592.
 Stein (J.-W.-J.-A.), 819, 1010.
 Stekloff (W.), 49, 857.
 Stéphan (P.), 493.
 Sterba (J.), 773, 815.
 Stern (A.-L.), 640.
 Stevenson (T.), 500.
 Stiles (Ch. Wardell), 119.
 Stokvis (B.-J.), 392, 1040, 1152.
 Strasburger, 104.
 Struener, 392.
 Suarez de Mendoza, 549.
 Suchar (P.-J.), 936, 984.
 Suchard (E.), 246, 389.
 Suchster (A.), 54.
 Sudborough (J.-J.), 390, 451.
 Suess (E.), 1039.
 Sully (J.), 384.
 Sulzer (D.), 984.
 Surmout (H.), 549.
 Suzor (R.), 447.
 Sy, 105, 587, 836, 837.
 Syers (H. W.), 776.

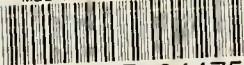
T

Tacchini, 152, 392.
 Tailleur (P.), 549.
Tannery (Paul), **330 à 338**.
 Tarbouriech (J.), 722.
 Tarchanoff (J. de), 149, 447, 773.
 Tarible, 146, 148.
 Tedone, 392.
 Téjer (L.), 49.
 Teodorresco (E.-C.), 341.
 Termier (P.), 1086, 1087, 1146.
 Te-tenoire, 148.
 Théohari (A.), 246.
 Thevenin (A.), 856.
 Thiesen (M.), 1050.
 Thomas (A.), 447.
 Thomas (P.), 815.
 Thomas (V.), 50, 146, 382, 497, 678, 726,
 1035.
 Thompson (S.-P.), 247, 727.
 Thomson (J.-J.), 100.
 Thorpe (T.-E.), 776.
Thoulet (J.), **11 à 14**, 51, 194, 290.
 Thorpe (J.-F.), 592.
 Threlfall (R.), 55, 389.
 Tichomirow, 680.
 Tiffeneau, 293.
 Tilden (W.-A.), 500.
 Tissier, 343, 387, 548.
 Tissot (C.), 386, 1145.
 Tissot (F.), 1147.
 Tissot (J.), 679, 772, 1145, 1146, 1147.
 Titherley (A.-W.), 294.

- Tombeck (D.), 192.
 Tommasina (Th.), 494, 290, 1146.
 Tooth (H.), 933.
 Topsent (E.), 147.
 Touane (de la), 105.
 Touche, 680, 1036.
 Toulouse (E.), 1086.
 Tourneux (F.), 724, 817.
 Tourneux (J.-P.), 817.
 Tournouër (A.), 146.
 Tourtoulis-Bey, 290.
 Toxopens (A.), 107.
Trabut, 16 à 34, 148, 233 à 235.
 Traumüller (F.), 236.
 Trémolières (F.), 721.
 Tribondeau, 52, 196, 246, 818, 986, 1088.
 Triboulet (L.), 63.
 Trillat, 147, 548, 678, 1086.
 Troisier, 723.
 Trouvé (G.), 50, 446, 1148.
 Tsvett (M.), 147.
 Tucker (S.-A.), 640.
 Tuffier, 52, 449, 549, 589, 638, 724, 938.
 Turchini, 445.
 Turpain (A.), 587.
 Tutton (A.-E.), 892.
 Tzitzeica (G.), 497, 856, 1145.
- U**
- Ubbels (D.-G.), 1040.
 Unlig (V.), 1039.
 Urbain (E.), 147.
 Urbain (G.), 147, 1087.
 Urbain (V.), 495.
- V**
- Vaillant (G.), 816.
 Vaillant (L.), 817, 1086.
 Valckenier Suringar (J.), 152, 248.
 Valdiguié (A.), 448.
 Valeur (A.), 101, 347, 387.
 Vallée (H.), 196, 343.
 Vallery-Radot (R.), 635.
 Vallier (E.), 637, 773, 816.
 Vallin (E.), 31, 447, 985.
 Vallot (J.), 1145.
 Vanev (C.), 496, 984.
 Van t Hoff (J.-H.), 237.
- Vaquez (H.), 103, 111.
 Varnier (H.), 147.
Vaschide (N.), 223 à 233, 246, 290, 373 à 380, 589, 638, 723, 724, 815, 857, 936, 1086.
 Vasseur, 244.
 Vaullegeard (A.), 854.
 Verbeck (R.-D.-M.), 1152.
 Vermorel (V.), 891.
 Verneuil (A.), 588.
 Vernière (A.), 674.
 Vialleton (L.), 1146.
 Vidal, 52, 236, 492.
 Vigier (P.), 387, 813.
 Vignon (L.), 936, 937, 984.
 Vignon (P.), 50, 344, 386, 588, 722.
 Vigreux (Ch.), 583.
 Viguier (C.), 637, 772.
 Villard (P.), 100, 725.
 Villari (E.), 293.
 Villavecchia, 285.
 Ville (J.), 724.
 Villon (A.-M.), 101, 1032.
 Vincent (H.), 344, 389.
 Violle (J.), 679.
 Viré (A.), 143.
 Vitou (A.-N.), 936.
 Vries (J. de), 451, 986.
Vuillemain (P.), 588, 732 à 751, 888, 933.
Vurpas (Cl.), 290, 344, 373 à 380, 388, 723, 815, 857.
- W**
- Waals (J.-D. van der), 296, 391, 451.
 Wagner (R.), 1034.
 Wahl (A.), 50, 243, 343, 496, 497.
 Waleswood, 52.
 Walker (J.), 247, 851, 891, 1039, 1092.
 Wallace (C.), 933.
 Waller (A.-D.), 497, 549, 940.
Wallerant (F.), 49, 448, 674 à 672, 984.
 Walras (L.), 1082.
 Watson, 55, 247.
 Weil (E.), 724, 817.
 Weill (G.-A.), 724.
 Weingarten, 392.
 Weiss (E.), 1040.
Weiss (G.), 344, 388, 446, 448, 496, 549,
- 550, 589, 681, 724, 724, 773, 852, 1036, **1067 à 1075, 1113 à 1127.**
 Weiss (P.), 104, 105, 191, 446.
 Went F.-A. F.-C.), 200.
 Wenzel (F.), 1040.
 Wertheimer (E.), 245, 444, 589, 817, 857, 983, 985.
 Wettstein R. von, 1040.
 White (S.-A.-F.), 776.
 Whiteley (C. E.), 56.
 Widal (F.), 724, 817, 937.
 Wiechert (E.), 768.
 Wiener, 52.
 Willot, 985.
 Wilson (C. T. R.), 858.
 Wilson (H. A.), 727.
 Wilson (L. P.), 150.
 Wind (C. H.), 348.
 Winkler (C.), 1152.
 Wintrebert (L.), 387.
 Wlaeff, 197, 388, 680.
 Wolff (J.), 104.
 Wolf (L. K.), 819.
 Wood (R.-W.), 198, 247, 293, 500.
 Wragg (E.), 1092.
 Wyone (W.-P.), 592.
 Wyrnboff, 106, 499, 591, 1037.
- X**
- XXX, 846 à 849.**
- Y**
- Young (C.), 500.
 Young (S.), 592.
 Yvon, 291, 1087.
YYY, 100.
- Z**
- Zachariadès (P.-A.), 589.
 Zaky (A.), 678, 681, 857, 891.
 Zamanos (D.), 1035.
 Zarembo (S.), 105, 679.
 Zeiller (R.), 445, 496.
 Zeemann (P.), 1151.
 Zeuner (G.), 497.
 Zolla (D.), 444, 634, 720.
 Zwerger (R.), 1040.



MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04475

